

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2005

Vlastimil Polák

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Magisterský studijní program: strojírenská technologie
Zaměření: obrábění a montáž

Obrábění rozváděcích kostek – návrh upínače

Shaping of distribution cubes - a clamp draft

KOM - 1034

Vlastimil Polák

Vedoucí práce: Ing. Leoš Holub, CSc.
Konzultant: Ing. Jaromír Sobota, ARGO-HYTOS, a.s. Vrchlabí

Počet stran:.....70

Počet příloh

a tabulek:.....18

Počet obrázků:.....65

Počet modelů

nebo jiných příloh:.....1

Datum: *11.května 2005*

NÁVRH PŘÍPRAVKU S HYDRAULICKÝM UPÍNÁNÍM

ANOTACE:

Zadaná úloha spočívá v konstrukčním návrhu několikanásobného přípravku s hydraulickým upínáním pro obrábění rozváděcích kostek, které jsou jedním ze základních stavebních členů pro hydraulické řídicí a regulační prvky. Přípravek má být navržen pro dvouvrátenové CNC obráběcí centrum SW BA 400-2.

DRAFT OF A DEVICE WITH HYDRAULIC CLAMPING

ANNOTATION:

The assignment consists in a constructional project of a multiple device with hydraulic clamping for shaping of distribution cubes. These cubes are one of the fundamental constructive parts used for hydraulic control and regulation elements. The device is drawn up for a two-spindle CNC shaping machine SW BA 400-2.

Klíčová slova: PŘÍPRAVEK, CNC OBRÁBĚCÍ CENTRUM, ROZVÁDĚCÍ KOSTKA

Zpracovatel: TU v Liberci, KOM

Dokončeno: 2005

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 70

Počet příloh: 14

Počet obrázků: 65

Počet tabulek: 4

Počet diagramů: -

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta.

V Liberci, *11.května 2005*

Vlastimil Polák

Poděkování

Děkuji vedoucímu Ing. Leoši Holubovi, CSc. a pracovníkům firmy ARGO-HYTOS, zejména konzultantovi Ing. Jaromíru Sobotovi a programátorovi Jiřímu Šimůnkovi za cenné informace, podněty a připomínky, které mi poskytli během zpracování diplomové práce.

V Liberci, *11. května 2005*

Vlastimil Polák

OBSAH

ÚVOD.....	9
1. PROFIL FIRMY ARGO-HYTOS.....	10
2. PRŮZKUM SOUČASNÉHO STAVU TECHNIKY	13
2.1 Obráběcí centrum Mazak FH 4800.....	13
2.1.1 Technický popis (obr.7).....	13
2.2 Obráběcí centrum SW BA 400-2.....	16
2.2.1 Technický popis (obr.9).....	16
2.3. Porovnání strojů	19
3. TEORETICKÁ ČÁST – PŘÍPRAVKY	19
3.1 Definice přípravku.....	19
3.2 Rozdělení přípravků.....	19
3.2.1 Podle rozsahu použitelnosti	19
3.2.2 Podle operačního určení.....	22
3.2.3 Podle zdrojů upínací síly.....	24
3.2.4 Dělení přípravků ve firmě ARGO-HYTOS Vrchlabí	25
3.3 Použití přípravků	27
3.4 Zásady konstrukce přípravků	28
3.5 Nejdůležitější konstrukční zásady	28
3.6 Vliv třísek na konstrukci přípravku	30
3.6.1 Odstranění třísek lze dosáhnout :	30
3.6.2 Ochrana před třískami.....	31
3.7 Volba materiálu pro přípravky	31
4. ROZBOR TECHNOLOGICKÝCH OPERACÍ DLE VÝROBNÍHO VÝKRESU	32
4.1 Technologický postup.....	32
4.2 Technologické operace	34
5. KAPACITNÍ ROZBOR A STUPEŇ SÉRIOVOSTI	35
6. STANOVENÍ VHODNÉ KONCEPCE VÝROBY – VARIANTNÍ POJETÍ.....	36
6.1 Varianta 1 (obr.37)	36
6.2 Varianta 2 (obr.38)	37
6.3 Varianta 3 (obr.39)	37

6.4 Varianta 4 (obr.40)	37
7. KONSTRUKČNÍ NÁVRH UPÍNAČE	42
7.1 Výpočet potřebné upínací síly	42
7.1.1 Výpočet řezných sil	42
7.1.2 Volba bezpečnosti upnutí.....	46
7.1.3 Výpočet upínací síly	47
7.2 Popis hlavních částí přípravku	48
7.3 Použité materiály	57
8. KONEČNÉ STANOVENÍ TAKTU STROJE A KUSOVÉHO ČASU	60
8.1 Parametry stroje a vztahy použité při výpočtu časů	60
8.2 Výpočet kusového času pro první přípravek (tab.2)	61
8.3 Výpočet kusového času pro druhý přípravek (tab.3)	62
8.4 Stanovení taktu stroje a kusového času	63
9. ZÁVĚR	64
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65
SEZNAM OBRÁZKŮ	66
SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	68
SEZNAM TABULEK	69
SEZNAM PŘÍLOH.....	70

Úvod

Zadaná úloha spočívá v konstrukčním návrhu několikanásobného přípravku s hydraulickým upínáním pro obrábění rozváděcích kostek, které jsou jedním ze základních členů pro hydraulické řídící a regulační prvky. Přípravek má být navržen pro dvouvřetenové obráběcí centrum SW BA 400-2. Hydraulické upínání se vyžaduje z důvodů usnadnění práce obsluhy, zajištění stálé upínací síly a také hlavně proto, že stroj je konstruován se samostatným hydraulickým okruhem pro upínací zařízení. Konstrukce požadovaného přípravku je v konstrukci přípravků firmy ARGO-HYTOS průkopnickou činností. Dosud všechny přípravky s hydraulickým upínáním byly zadávány německé firmě Wesoma GmbH Weimar, která se specializuje nejen na konstrukci přípravků s hydraulickým upínáním pro obráběcí centra.

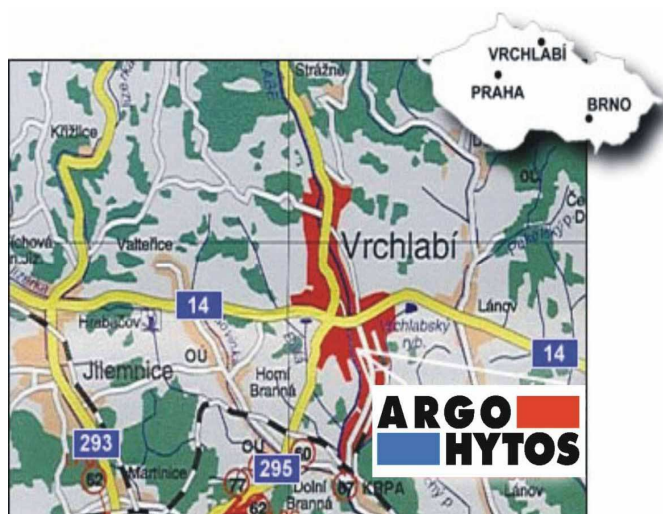
Několikanásobný přípravek s hydraulickým upínáním je pomocné zařízení, které slouží k jednoznačnému ustavení deseti kusů rozváděcích kostek a jejich pevnému upnutí při obrábění. Toto pomocné zařízení zrychluje, zpřesňuje a také ulehčuje práci obsluze.

1. Profil firmy ARGO-HYTOS

Sídlem akciové společnosti ARGO-HYTOS je Vrchlabí (viz. obr.1 a obr.2), město na úpatí Krkonoš s téměř 200letou tradicí průmyslové výroby. TOS n.p. Vrchlabí, Nářadí n.p. Vrchlabí, TOS Hydraulika a.s., to jsou různé názvy předchůdců akciové společnosti ARGO-HYTOS, která vznikla v roce 1992 založením podniku se zahraniční účastí, navazující na 50letou tradici výroby hydraulických prvků a agregátů. ARGO-HYTOS je specialistou v řídicí a regulační technice. Patří celosvětově k vedoucím výrobcům hydraulických prvků a systémů pro průmyslovou a mobilní hydrauliku.



Obr.1 – Budova firmy ARGO-HYTOS

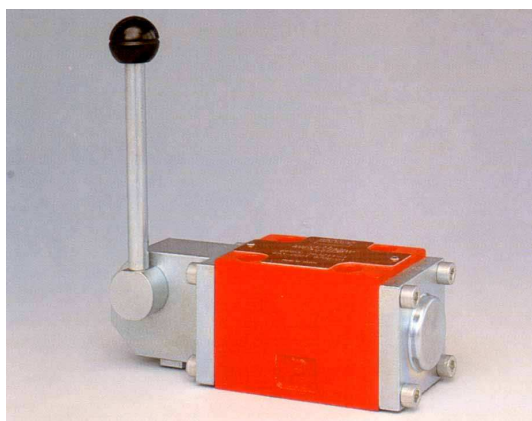


Obr.2 – Mapa firmy ARGO-HYTOS

Výrobky firmy ARGO-HYTOS odpovídají požadavkům mezinárodních norem pro hydraulické řídicí a regulační obvody a technickým a právním předpisům ES (pojištění odpovědnosti za výrobek apod.). Certifikát systému řízení jakosti TÜV CERT podle normy EN ISO 9001 se 100% výstupní kontrolou funkce a mezioperační kontrolou geometrie a rozměrů zaručují vysokou kvalitu výrobků.

Výrobky firmy ARGO-HYTOS, a.s. Vrchlabí:

- Rozvaděče (obr.3)
- Proporcionální ventily
- Tlakové ventily (obr.4)
- Jednosměrné ventily
- Elektronické řídicí jednotky
- Škrťací ventily
- Zakázkové agregáty
- Bloky řídicích prvků
- Kompaktní agregáty (obr.5)



Obr.3 – Ručně ovládaný rozvaděč



Obr.4 – Tlakový ventil



Obr.5 – Kompaktní agregát

Firma realizuje inovovaná a individuálně navrhovaná řešení systémů. Přitom přináší do průmyslové a mobilní hydrauliky know-how z oboru řídicí a regulační techniky. Strategie spočívá v modulové koncepci výrobku ve spojení s mezinárodní tvorbou hodnot a aktivním křížovým prodejem ve všech oblastech výrobku. Obchodní síť vlastníků akcií a na ně navazujících prodejních organizací v celém světě, tradice výroby, vlastní vývoj, příznivé výrobní náklady, prodejní a poprodejní servis zajišťují zákazníkům firmy ARGO-HYTOS výhody před konkurencí.

2. Průzkum současného stavu techniky

Moderní CNC obráběcí centra (např. Mazak FH 4800, Mazak variaxis 500-5X a SW BA 400-2), která jsou používána ve firmě ARGO-HYTOS, umožňují obrábění velkého množství vyráběných dílců. Pro obráběcí centrum SW BA 400-2 je konstruován upínací přípravek. Tyto obráběcí centra jsou velice flexibilní stroje a využívají se pro výrobu velkého množství součástí.

2.1 Obráběcí centrum Mazak FH 4800

Vodorovné obráběcí centrum MAZAK FH 4800 (obr.6) od YAMAZAKI MAZAK představuje další vývojový stupeň, postavený na základě dlouholetých zkušeností z výroby a využití vodorovných obráběcích center a dalších CNC obráběcích strojů. FH 4800 má pro obrobky z oceli a litiny dostatečně velký kroutící moment umožňující efektivní výkonné obrábění. Naopak pro obrábění hliníku je 12 000 otáček vřetene bohatě postačující. Vodorovné obráběcí centrum MAZAK FH 4800 bylo vyvinuto, aby pokrylo co nejširší spektrum nasazení.



Obr.6 – MAZAK FH 4800

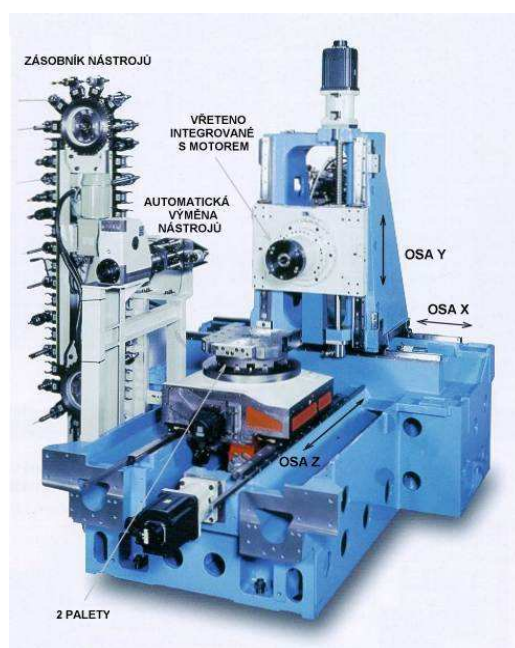
2.1.1 Technický popis (obr.7)

Lože stroje: Robustní lože sestává z odlitku vlastního lože a z pojízdného stojanu pro osu Z. Tím jsou zajištěny vynikající podmínky dlouhodobé teplotní stability a vysoké pevnosti pro obrábění s nejvyšší přesností.

Vodící plochy: Jako vedení jednotlivých os jsou použita lineární vedení.

Pohony posuvů: Použitím vysoce dynamických přírubových servomotorů jsou dosahovány rychlosti rychloposuvů 50 m/min ve všech osách. Přesné kuličkové šrouby jsou uloženy přímo do litiny lože, respektive stojanu.

Vřeteno: Ojedinělý v sériové výrobě strojů je - u strojů MAZAK již osvědčený - přímý pohon integrovaným motorem na vřetenu. Tím je dána vysoká přesnost a jakost povrchu obrobků. Elektronicky je zajištěn optimální průběh kroutícího momentu i vysoké otáčky. Vysoký výkon pohonu vřetene spojený s optimálním průběhem kroutícího momentu zajišťují hospodárnost nejen při rychlostním obrábění lehkých slitin, ale také při obrábění litiny. Vřeteno je uloženo v keramických ložiskách a vybaveno samostatným chladícím agregátem udržujícím konstantní teplotu. Tím je zajištěn provoz bez jakéhokoliv pozdějšího seřizování.



Obr.7 – Technický popis - základní části stroje

Stůl: Standardní otočný stůl pojíždí v ose Z a jeho indexování 360 x 1 stupeň je zajištěno čelním ozubením. Zpevnění stolu po dosažení polohy se děje hydraulicky. Jako zvláštní provedení může být dodán stůl s indexováním i po 0,001 stupně nebo s řízením ve čtvrté ose. Dvoupolohový výměník palet zajišťuje rychlou a přesnou výměnu a tedy i krátké vedlejší časy. Oddělením pracovního prostoru dveřmi je umožněno upínání obrobků v překrytém čase.

Zásobník nástrojů: Zásobník nástrojů je proveden jako vertikální řetězový dopravník s horizontálně uloženými nástroji. Následující nástroj se připravuje během obrábění předchozí operace. Zásobník nástrojů je chráněn proti odlétávání třísek a odstříku chladicí kapaliny. Tento osvědčený systém výměny nástrojů je mimořádně spolehlivý. Jako zvláštní provedení je možné dodat řetězové zásobníky pro 80 nebo 120 nástrojů. Namísto standardního zásobníku nástrojů lze namontovat také regálový zásobník (tzv. TOOL HIVE) s kapacitou 180, 240 nebo 330 nástrojů.

Chladicí agregát: Vnější přívod chladicí kapaliny na nástroje je proveden nastavitelnými tryskami. V základním provedení je i vnitřní přívod kapaliny vřetenem. Pro lepší odvod třísek je stroj vybaven Niagara-oplachovým systémem. Jako zvláštní příslušenství je nabízen kompletní systém třískového hospodářství.

Řízení: Stroj je v současné době vybaven CNC řídicím systémem MAZATROL. Mazatrol PC Fusion CNC 640 představuje aplikaci nejpokrokovější hardwarové technologie, sdružující v sobě rychlost a výkon 64 bitového procesoru pro řízení stroje s otevřeností, snadným ovládáním a komunikačními schopnostmi počítačů třídy PC s Windows 95. V používání „umělé inteligence“ má MAZAK nejdelší zkušenosti, první dialogový systém uvedl na trh již v roce 1981. V dnešním dialogovém systému MAZAK jsou zabudovány zlepšení a zkušenosti zákazníků z celého světa. Všechny charakteristické vlastnosti nynějšího řídicího systému MAZATROL byly tímto novým systémem MAZATROL Fusion 640 dále zdokonaleny a ještě rozšířeny o možnost přímého připojení na síť. Stroje vybavené tímto nejnovějším řídicím systémem zajišťují nejenom vysokou přesnost a rychlost, ale i jednoduchou obsluhu.

Automatizace výroby: Stroj může být vybaven automatizačními prvky, počínaje šesti-paletovým zásobníkem, přes modulární výrobní systém PALLETECH, až po úplný pružný výrobní systém MAZATROL FMS.

2.2 Obráběcí centrum SW BA 400-2

Vodorovné obráběcí centrum SW BA 400-2 (obr.8) od firmy SW Schwäbische Werkzeugmaschinen představuje vedoucí technologii dvouvřetenových strojů pro menší obrobky. Pro větší obrobky jsou určena větší obráběcí centra SW BA 600-2. Tato obráběcí centra jsou postavena na základě dlouholetých zkušeností z výroby. SW BA 400-2 má dostatečné výkonové parametry. Pro obrábění oceli a litiny je to kroutící moment, pro obrábění hliníku jsou to otáčky vřetene ($12\,500\text{ min}^{-1}$), které jsou dostačující.

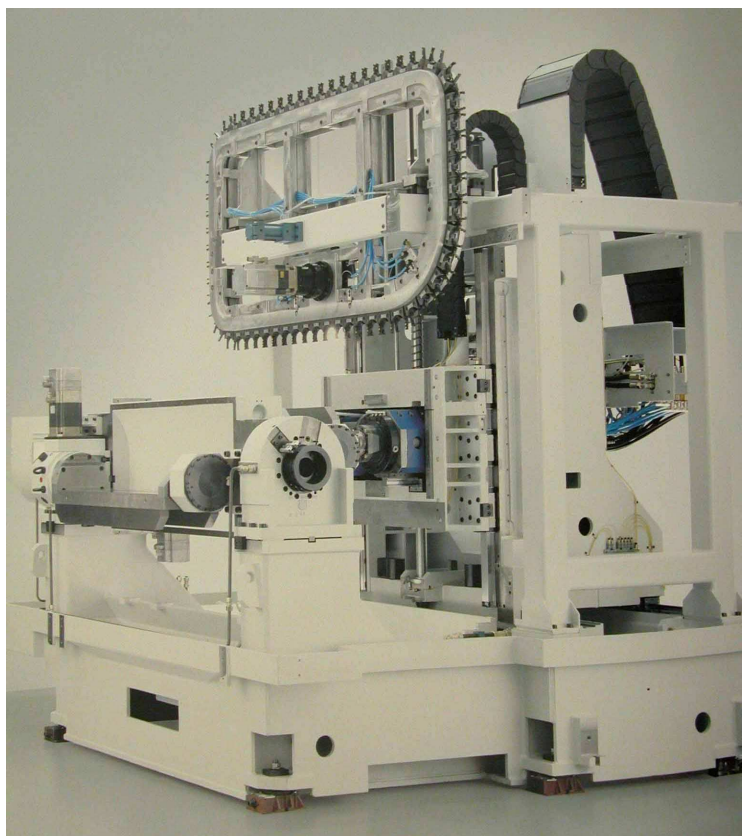


Obr.8 – Obráběcí centrum SW BA 400-2 – čelní pohled

2.2.1 Technický popis (obr.9)

Lože stroje: Velmi robustní lože je vyrobeno z litiny, čímž jsou zajištěny vynikající podmínky dlouhodobé teplotní stálosti a vysoké pevnosti pro obrábění s maximální přesností.

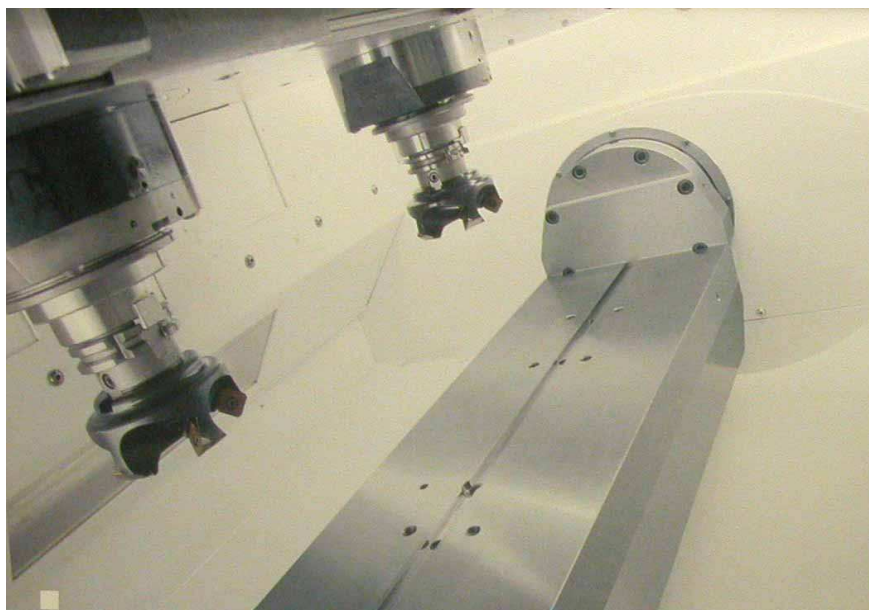
Vodící plochy: Je zde použito lineární vedení jako vedení jednotlivých os. Tato vedení se vyznačují vysokou a dlouhodobou polohovou přesností.



Obr.9 – Obráběcí centrum SW BA 400-2 – základní části stroje

Pohony posuvů: Je použito vysoce dynamických servomotorů, pomocí kterých je dosahováno vysokých rychlostí rychloposuvů 40 m/min ve všech osách.

Vřetena: Stroj má dvě vřetena (obr.10) s pevnou vzdáleností os 400 mm. Pohyb vřeten je možný ve směrech x,y,z. Vřetena jsou poháněna každé zvlášť. Pohon se realizuje přímým integrovaným motorem na vřetenu. Typické pro tento způsob náhonu je vysoká regulační dynamika daná nízkými hmotnostmi a tím ovlivněná vysoká přesnost a jakost povrchu obrobků. Dva elektrické režimy zabezpečují jak optimální průběh krouticího momentu, tak i dostatečně vysoké otáčky. Vysoký výkon pohonu vřetene spojený s optimálním průběhem krouticího momentu zajišťují hospodárnost nejen při rychlostním obrábění lehkých slitin, ale také při obrábění litiny. K dosažení vysokých otáček je vřeteno uloženo v keramických ložiskách a vybaveno samostatným chladicím agregátem udržujícím konstantní teplotu. Tím jsou dosaženy optimální teplotní poměry vřeteníku a zajištěn dlouhodobý provoz bez jakéhokoliv pozdějšího seřizování.



Obr.10 – Obráběcí centrum SW BA 400-2 – vřetena s otočným stolem

Stůl: Standardní otočný stůl má možnost otáčení kolem své osy o 360 stupňů. Zajištění stolu po dosažení polohy se děje hydraulicky. Dvoupolohový otočný výměník zajišťuje rychlou a přesnou výměnu, a tedy i krátké vedlejší časy. Oddělením pracovního prostoru dveřmi je umožněno upínání obrobků v překrytém čase.

Zásobník nástrojů: Zásobník nástrojů s kapacitou 60 nástrojů je proveden jako horizontální řetězový dopravník s horizontálně uloženými nástroji. Zásobník nástrojů lze samozřejmě rozšířit. Následující nástroj se připravuje během obrábění předchozí operace. Zásobník nástrojů je chráněn proti odlétávání třísek a odstříku chladicí kapaliny. Tento osvědčený systém výměny nástrojů je mimořádně spolehlivý.

Chladicí agregát: Vnější přívod chladicí kapaliny na nástroje je proveden nastavitelnými tryskami. V základním provedení je i vnitřní přívod kapaliny vřetenem.

Řízení: Stroj je vybaven CNC řídicím systémem SINUMERIK 840 C, který zajišťuje vysokou přesnost, rychlost a jednoduchou obsluhu.

Automatizace výroby: Stroj může být v případě potřeby doplněn průmyslovým robotem nebo lineárním portálovým jeřábem pro automatickou výměnu obrobků.

2.3. Porovnání strojů

Oba dva stroje jsou velice moderní CNC obráběcí centra. Konstrukční řešení strojů jsou poněkud odlišná, ale s mnoha podobnými výkonovými parametry. Tyto stroje jsou velice flexibilní a umožňují obrábění rozmanitého druhu součástí. Pro firmu ARGO-HYTOS je to zvláště důležité, protože firma má široký výrobní program, který obsahuje velmi mnoho různých součástí s rychlou a poměrně častou inovací.

3. Teoretická část – přípravky

3.1 Definice přípravku

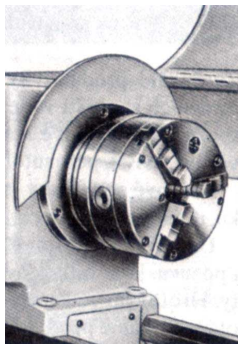
Přípravek je pomocné zařízení, které zrychluje, zpřesňuje a usnadňuje práci a slouží:

- a/ k jednoznačnému ustavení a pevnému upnutí součástí při obrábění.
- b/ k vzájemnému přidržení součástí při jejich sestavování v celek.
- c/ k upínání a popř. vedení nástroje.

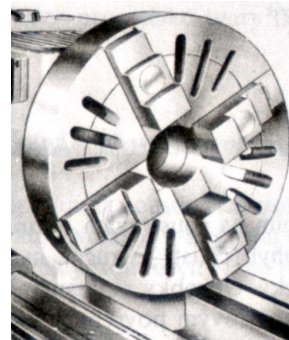
3.2 Rozdělení přípravků

3.2.1 Podle rozsahu použitelnosti

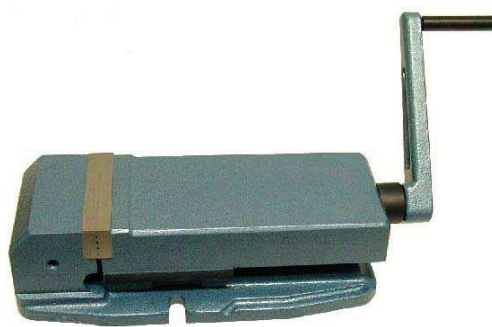
a/ Univerzální přípravky – slouží k upínání několika druhů obrobků téhož typu, ale různých velikostí a tvarů. Patří sem sklíčidla (obr.11), lícní desky (obr.12), svěráky strojní (obr.12), svěráky ruční (obr.14), upínací hroty, dělicí přístroje apod.



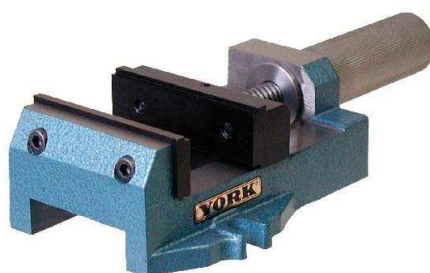
Obr.11 – Univerzální tříčelistové sklíčidlo



Obr.12 – Univerzální lícní deska

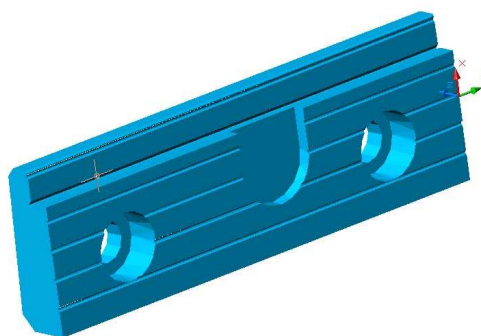


Obr.13 – Univerzální strojní svěrák



Obr.14 – Příruční univerzální svěrák

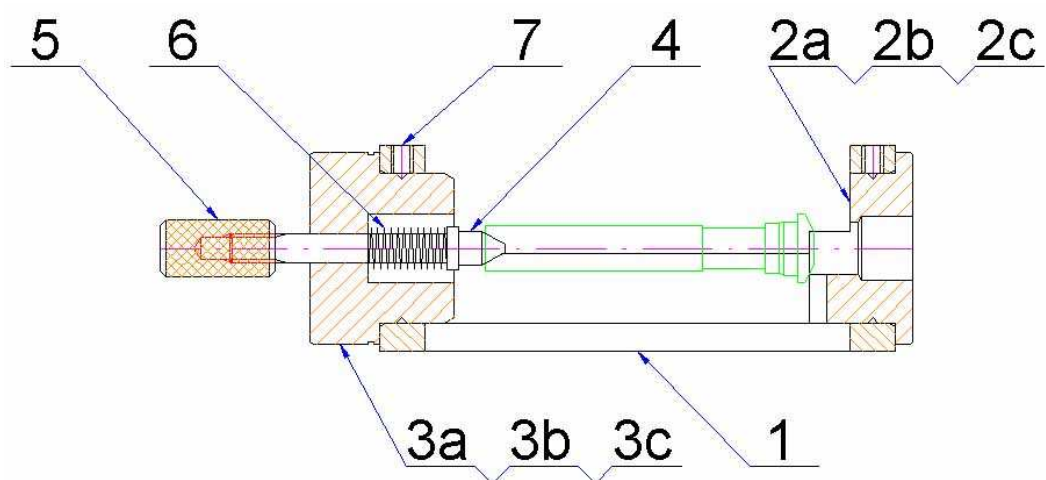
Některé vyžadují pro každý druh obrobku speciální doplněk. Například strojní svěrák se speciálními čelistmi (obr.15) a jiné.



Obr.15 – Speciálně upravená čelist

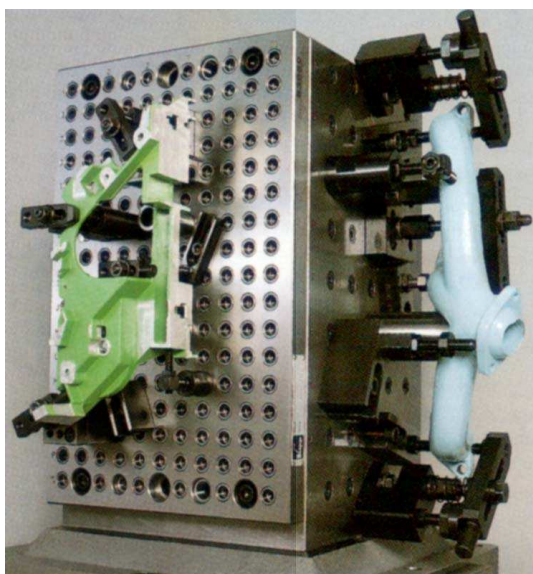
Použití speciálních doplňků, např. speciálně upravené čelisti apod., rozšiřují jejich možnosti pracovního nasazení. Tato skupina přípravků je vhodná pro kusovou a malosériovou výrobu.

b/ Skupinové přípravky (obr.16) – celý přípravek nebo pouze jeho část je společná pro skupinu obrobků se společnými konstrukčními a technologickými znaky, které jsou sjednoceny podle základních ploch a způsobu obrábění. Skládají se jednak ze stálých a jednak z vyměnitelných nebo seřiditelných součástí.

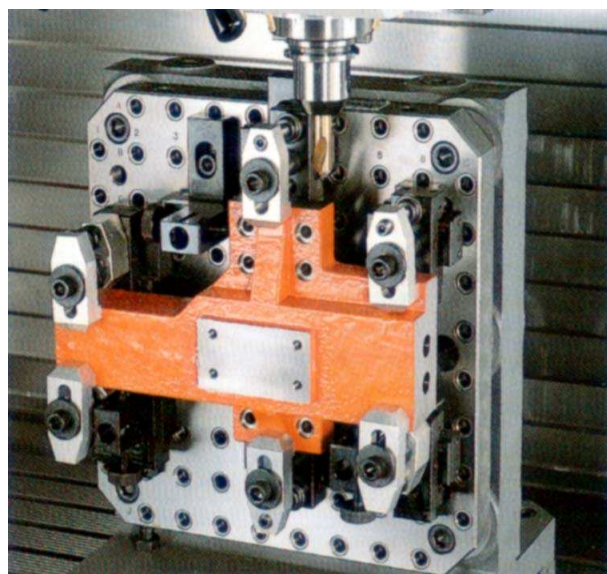


Obr.16 – Držák pro měření roztečí šoupátek s vyměnitelnými vložkami dle typu šoupátka

c/ Stavebnicové přípravky (obr.17 a obr.18) – v určitý přípravek se sestavují z typizovaných dílů, které jsou rozebíratelné a lze je využít v různých kombinacích. Svým charakterem se blíží přípravkům skupinovým.



Obr.17 – Stavebnicový přípravek



Obr.18 – Stavebnicový přípravek

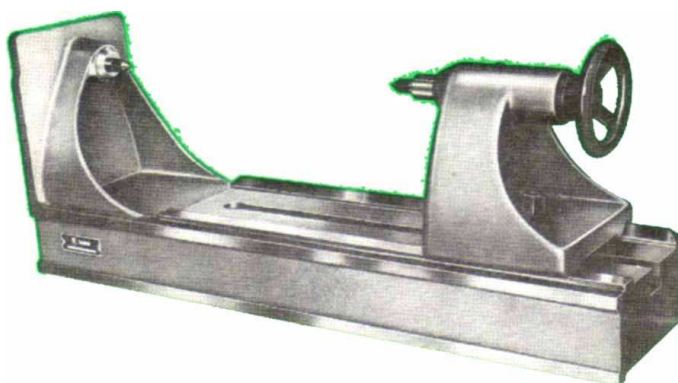
d/ Speciální přípravky – slouží k upínání jednoho nebo více stejných obrobků podle určité operace. Je to jednoúčelové upínací zařízení, ve kterém lze obrobek upnout mnohem výhodněji než v univerzálním přípravku. Tyto přípravky jsou vhodné pro velkosériovou a hromadnou výrobu.

3.2.2 Podle operačního určení

a/ Obráběcí přípravky – slouží k upnutí obrobku v určité poloze vzhledem k nástroji. Je-li nutno nástroje vést, bývá vedení tvořeno částí přípravku. Podle způsobu obrábění se dělí na vrtací, soustružnické, brousící, frézovací atd. V dnešní době při používání obráběcích center nelze jednoznačně určit, o jaký druh přípravku se jedná. Tyto přípravky tvoří nejširší skupinu přípravků, tj. 70-80% z celkového počtu přípravků.

b/ Montážní přípravky – slouží k přidržení součástí při jejich vzájemném rozebíratelném i nerozebíratelném spojování. Vyvozují potřebnou deformaci pružných elementů např. pružin, per, a podobně. Lze sem zařadit i svařovací přípravky.

c/ Kontrolní přípravky – slouží ke kontrole správnosti rozměrů, popř. i geometrických tvarů a to v mezioperační a výstupní fázi výroby. Mohou též sloužit ke kontrole samostatných prvků, skupin i strojů. Mezi univerzální kontrolní přípravky patří kontrolní hrotové přístroje (obr.19), stojánky pro číselníkové úchylkoměry univerzální (obr.20) nebo magnetické (obr.21).



Obr.19 – Kontrolní hrotový přístroj

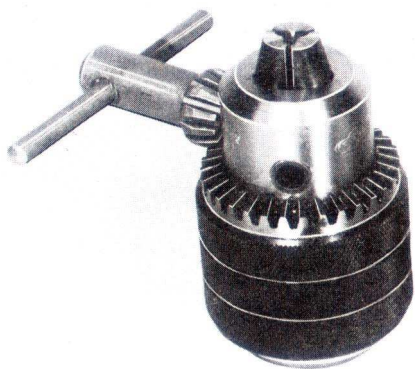


Obr.20 – Kontrolní stojánek

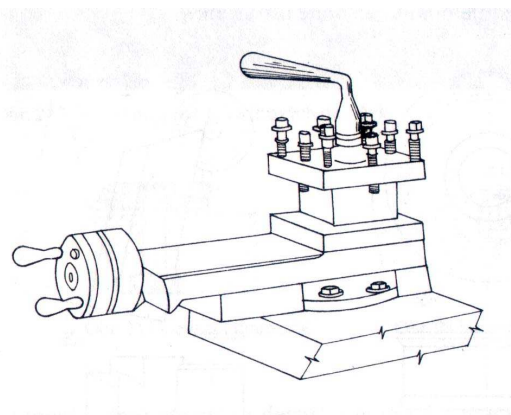


Obr.21 – Kontrolní magnetický stojánek

d/ Přípravky pro upevňování nástrojů – jsou charakterizovány u všech druhů nástrojů značným počtem upínacích normalizovaných konstrukčních členů jako jsou upínací pouzdra, redukční pouzdra, vrtačková sklíčidla (obr.22), nožové hlavy (obr.23), frézovací trny (obr.24 a obr.25) a řada dalších. Jsou základními články technologických systémů.



Obr.22 – Tříčelistové vrtačkové sklíčidlo



Obr.23 – Nožová hlava pro čtyři nože



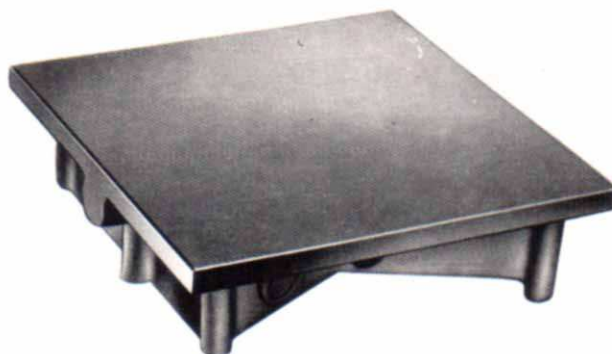
Obr.24 – Dlouhý frézovací trn s kuželovou stopkou strmou



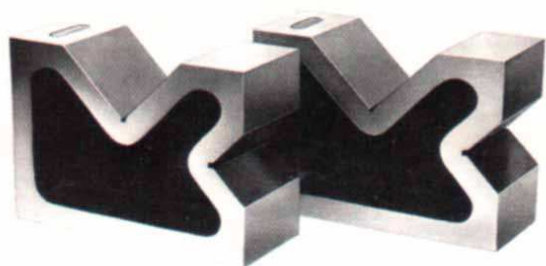
Obr.25 – Frézovací trn s kuželovou stopkou strmou pro válcové čelní frézy

e/ Podávací přípravky – uskutečňují přemísťování součástí různým stupněm automatizace. Příkladem je nakládací zařízení pro vkládání těžkých součástí do stroje a vyjímání ze stroje.

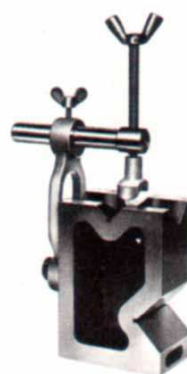
f/ Rýsovací přípravky – slouží k orýsování součástí před obráběním. Mohou to být rýsovací desky (obr.26), rýsovací podložky (obr.27), rýsovací podložky se srdcem (obr.28) a další.



Obr.26 – Rýsovací deska



Obr.27 – Rýsovací podložky



Obr.28 – Rýsovací podložka se srdcem

g/ Ostatní pomocná a dílenská zařízení – pomůcky, které zvyšují pracovní možnosti stroje (např. vícevřetenové hlavy atd.).

3.2.3 Podle zdrojů upínací síly

a/ Přípravky s ručním upínáním

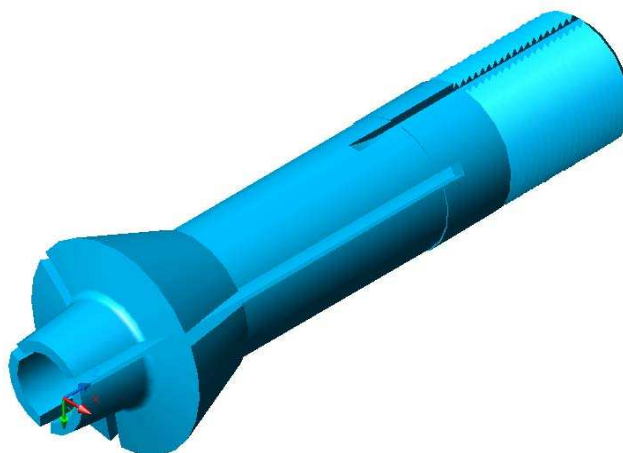
b/ Přípravky s mechanickým upínáním

- pneumatickým
- hydraulickým
- elektromechanickým
- magnetickým
- kombinovaným z několika výše uvedených upínání

3.2.4 Dělení přípravků ve firmě ARGO-HYTOS Vrchlabí

Každý podnik, který má vlastní konstrukci přípravků, si dělí přípravky do vlastních skupin podle druhu přípravků, které se používají. Ve firmě ARGO-HYTOS se dělí přípravky do níže uvedených skupin. První dvojčíslí značí skupinu přípravku, tzn. pro co je přípravek určen a další čtyřčíslí udává pořadové číslo přípravku.

11 – Přípravky brousící - pevné a rozpínací trny, kleštiny (obr.29), trny pro brusky...



Obr.29 – Speciálně upravená kleština s nose

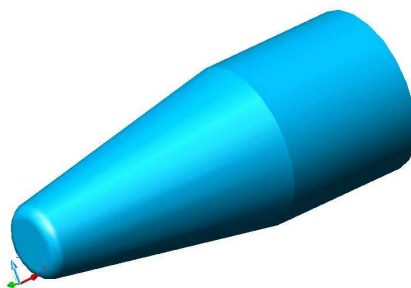
12 – Přípravky soustružnické - pevné a rozpínací trny, kleštiny...

13 – Přípravky vrtací - šablony, pouzdra...

14 – Přípravky frézovací - trny, kleštiny...

15 – Přípravky lisovací - raznice, ohýbací, kombinované...

16 – Přípravky různé - montážní (obr.30), zkušební, ...



Obr.30 – 3D model návleku na „O“ kroužek

17 – Přípravky různé - vše co nesouvisí s výrobním programem

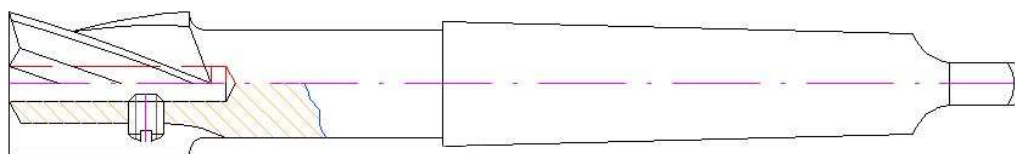
21 – Přípravky kontrolní - válečkové (obr.31), třmenové a ploché kalibry, speciální měřidla...



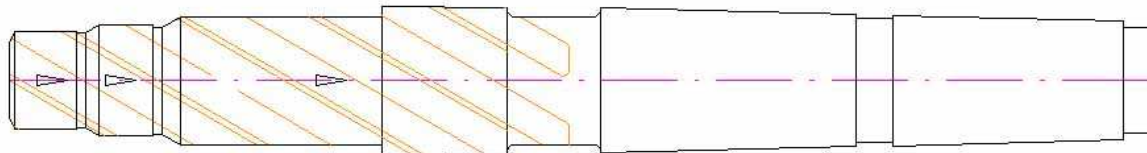
Obr.31 – Válečkový kalibr

22 – Nástroje soustružnické

23 – Nástroje vrtací - vrtáky, záhlubníky (obr.32), výhrubníky, výstružníky, vrtací tyče, závitníky, sdružené nástroje - vrtáky, výhrubníky (obr. 33), výstružníky...



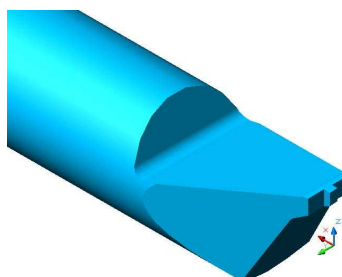
Obr.32 – Záhlubník s přebroušeným nenormalizovaným průměrem



Obr.33 – Obrys třístupňového sdruženého nástroje upraveného z frézy

24 – Nástroje frézovací - frézy stopkové, kotoučové...

25 – Nástroje lisovací (obr.34), protahovací, protlačovací, kalibrovací trny



Obr.34 – Model lisovacího nože pro zajištění zemnicího kontaktu

26 – Nástroje různé (obráběcí nože, sekáče, děrovače...)

3.3 Použití přípravků

Přípravky zlepšují jakost a kvalitu výrobku a zvyšují pracovní výkon. Pro určité pracovní operace jsou přípravky nezbytné. Vhodné přípravky velmi často ulehčují práci a umožňují pracovníkovi obsluhu dvou i více strojů. Použití i konstrukce přípravků se řídí druhem výroby, tj. kusové nebo sériové. Při kusové výrobě se součásti obrábějí i montují pomocí běžného výrobního zařízení. Případně se použije jen takových pomůcek, které jsou pro žádané operace nezbytné. Odlitky se před obráběním orýsují. Podle tohoto označení se pak součást obrábí. Při obrábění je nutno neustále porovnávat zhotovené rozměry s výkresem. Při obrábění rotačních obrobků na soustruzích a bruskách se orýsování nevyžaduje. Je zde ale potřeba věnovat velkou pozornost správnému středění (vyrovnání) obrobku. Práce na univerzálních strojích v kusové výrobě je náročná a zdoluhavá. Vyžaduje manuálně zručné, svědomité a také spolehlivé pracovníky. Jedině tak lze zabránit zmetkům často velmi drahých obrobků, zvláště jde-li o rozměrné nebo složité součásti. K upínání se používá normálních upínacích pomůcek. Ustavení a upnutí obrobku na stroji ve správné poloze je tedy většinou nepohodlné, zdoluhavé a obtížné. Obrobky je proto při montáži nutné často opravovat (dolícovávat). Přesto je tento pracovní postup při kusové výrobě hospodárný. Pořizováním speciálních přípravků by se pracovní postup velmi prodražil.

Při navrhování přípravků musí dbát konstruktér na to, aby zařízení bylo spolehlivé a funkční, a aby se dalo vyrobit pomocí zařízení, které je v podniku k dispozici. Tuto druhou podmínku nelze splnit vždy. Potom se výroba přípravku nebo jeho části musí zadat externí nástrojárně. Dnešní trend větších podniků, pro mě však nepochopitelný, je zadávat veškeré přípravky externím firmám. Výroba přípravku ve vlastní režii firmy je vždy ekonomičtější.

Již pro sériovou výrobu je výhodné navrhovat vhodné speciální přípravky. Součásti se nemusejí orýsovat. Speciální upínací přípravky zaručují správné a rychlé ustavení součásti vzhledem k nástroji bez značného vlivu pracovníka. Velmi často odstraňují i proměňování součástí. Součást lze přitom vyrobit s dostatečnou přesností. Ušetří se tím dodatečná úprava při montáži. Pro hromadnou výrobu je obzvlášť výhodné použít složitějšího speciálního výrobního zařízení. Pro každou operaci nebo pro několik operací obrobku je použito buď speciálního nebo normálního obráběcího stroje, který je doplněn speciálním zařízením, umožňujícím dosažení maximálního řezného výkonu při minimálních vedlejších časech.

3.4 Zásady konstrukce přípravků

Aby přípravek splnil svůj účel, musí být nejen přesný, ale i hospodárný. Znamená to, že součinitel hospodárnosti musí být větší než jedna. Úspory dosažené přípravkem musí být větší než jeho pořizovací náklady. Velikost úspor nejprve záleží na úsporách dosažených na jednom kusu a dále na celkovém počtu kusů.

Je-li počet vyráběných kusů malý, konstruuje se pro ně jednoduché a levné přípravky. Dosáhne se jimi však pouze malé produktivity výroby. Úspory rostou s počtem vyrobených kusů, a proto čím více kusů se má vyrábět, musí být i přípravek dokonalejší, tedy i složitější a dražší.

Pneumatické a hydraulické zařízení patří mezi nejdůležitější rychloupínací zařízení. Jejich zavedením se zkracuje upínací čas přibližně na čtvrtinu času potřebného pro ruční upínání. Přípravky s pneumatickým, pneumaticko-hydraulickým nebo hydraulickým upínáním jsou většinou dražší než přípravky s ručním upínáním.

3.5 Nejdůležitější konstrukční zásady

Při konstrukci přípravků bychom se měli řídit těmito zásadami:

- a/ Před navržením přípravku se musí přesně vyjasnit celý pracovní postup vyráběné součásti. Zvláště důležité je, aby se při prvním obrábění získala základní plocha nebo díra, která bude výchozí při dalších operacích.
- b/ Pro menší série je výhodné uspořádat operace tak, aby se dalo použít jednoho upínacího přípravku pro několik operací.
- c/ Obráběná plocha musí ležet co nejbližší k upínací ploše obráběcího stroje, aby byla zaručena stabilita upínacího přípravku.
- d/ Přípravek musí být tuhý, aby se nedeformoval působením řezných a upínacích sil.
- e/ Poloha předmětů v přípravku má být zajištěna pevnými dorazy. Je nutno se vyhnout vymezení polohy jen v závislosti na tření.
- f/ Tlak nástroje má působit pokud možno proti pevným dorazovým plochám.

g/ Obsluha má být jednoduchá a pohodlná. Ovládací prvky (páky, rukojeti, ruční kola, matice apod.) musí být dobře přístupné a jejich počet musí být co nejmenší. Mezi upínací a ovládací prvky se vkládají převody (šrouby, klíny, výstředníky apod.), aby upínání nevyžadovalo velkou tělesnou námahu. Při upínání a uvolňování se nesmí používat kladiva, neboť se tím přípravek značně poškozuje. Smysl pohybu upínacích prvků má být jednotný (ve smyslu pohybu hodinových ručiček). Poloha obsluhovacích prvků nesmí při práci překážet nástroji nebo odcházejícím třískám. Upínání i uvolňování musí být provedeno ve velmi krátkém čase.

h/ Má-li se přípravek při práci přemísťovat a snímat ze stroje ručně, nesmí mít větší hmotnost než 20 kg. Těžké přípravky se přemísťují strojně pomocí jeřábů, zdvihacích vozíků a dalších zařízení. Pro snadnější přemísťování se přípravky opatřují madly, uchy, oky a podobně.

i/ Je třeba pamatovat na odtékání chladicí tekutiny (řezné kapaliny) a na odpad třísek; zvláště dosedací plochy se musí dát snadno očistit od třísek.

j/ Plochy, které jsou vystaveny opotřebení, musí být tvrdé. V některých případech je nutné, aby byly vyměnitelné.

k/ Přípravky, které se upínají přímo na vřeteno stroje musí být vyvážené, aby nezpůsobovaly nepříjemné chvění vřetene, a tím i nepřesnost výroby a menší trvanlivost stroje. Musí být lehké, aby nezvětšovaly moment setrvačnosti vřetena, a tím neztěžovaly rozbíhání a brzdění. Tento požadavek je důležitý především u rychloběžných strojů.

l/ Všechny ostré hrany, které mohou přijít do styku s lidskou rukou, musí být zaobleny nebo sraženy, aby se dělník nezranil.

m/ Vkládací prostor pro obrobek musí být upraven tak, aby se ruční manipulace konala v dostatečné vzdálenosti od nebezpečných částí stroje, nástrojů apod.

n/ Při konstrukci je vhodné co nejvíce používat normalizovaných součástí. Nejdříve je nutno se přesvědčit, zda pro daný případ nelze použít přípravek již hotového nebo popřípadě upraveného. Proto je důležitá přehledná evidence všech již vyrobených upínacích pomůcek.

o/ Je vhodné řešit přípravek stavebnicově.

p/ Konstrukce přípravku nesmí připustit obrácené vložení předmětu.

Není možné vždy všechny tyto zásady dodržet, ale je nutné v maximální možné míře se o to alespoň pokusit.

3.6 Vliv třísek na konstrukci přípravku

Při řešení přípravků je nutno pamatovat na působení třísek a na místo pro ně. Třísky mohou způsobit různé nedostatky (například změna polohy obrobku v přípravku nebo poškození upínacích součástí) a zavinit tak i zmetky obrobků.

Ostré hrany třísek snadno zraní dělníka. Odletující třísky mohou způsobit i těžké úrazy. Při řešení přípravků je nutno odstranit vliv třísek jejich důsledným odstraňováním a ochranou před nimi.

3.6.1 Odstranění třísek lze dosáhnout :

- a/ Uspořádání přípravku musí být takové, aby třísky z něho padaly pokud možno vlastní vahou nebo vyletovaly odstředivou silou.
- b/ Otvory ve stěnách přípravku, je-li to výhodné pro odchod třísek.
- c/ Zešíkmením, po němž mohou třísky klouzat.
- d/ Odstraněním prohlubenin, které by mohly bránit odchodu třísek.
- e/ Odstraněním obtížně přístupných vnitřních hran, koutů nebo výdutí.
- f/ Vyvýšením ustavovacích (opěrných) ploch nad okolní plochy, na nichž menší množství třísek nemá vliv na dobré a přesné upnutí obrobku.
- g/ Správnou velikostí ložných a upínacích ploch, které nemají být větší než je třeba k zajištění obrobku v přípravku.
- h/ Uspořádáním drážek a prohlubní na vnitřních hranách upínacích nebo opěrných součástí.

Největší vliv na odstraňování třísek má utváření třísky. Utváření třísky může být přirozené (např. litina) nebo umělé, nejčastěji za pomoci utvařečů třísky. Při automatických obráběcích cyklech je absolutně nežádoucí plynulá tříska.

Třísky se odstraňují odplavováním kapalinou, ponořením přípravku do nádoby s kapalinou, odsáváním nebo odfukováním stlačeným vzduchem, ručním čištěním štětcem nebo háčkem. Ruční čištění nepřipadá pro přípravky na CNC stroje v úvahu, protože obráběcí cyklus je nepřístupný.

3.6.2 Ochrana před třískami

Součásti přípravku vystavené vlivu třísek se pro zmenšení otěru kalí. Ochrana, zvláště pohyblivých součástí, se dosáhne částečným nebo jejich úplným vestavěním, zakrytím nebo stíracími ucpávkami. Odletující třísky se zachycují kryty z drátěného pletiva nebo průhlednými deskami z plastické hmoty (plexiskla). Při všech plánovaných opatřeních, počítajících s odstraňováním třísek nebo s ochranou před nimi, je nutno uvažovat jakost, velikost, tvar a množství odletujících třísek a také kdy je při obrábění použito kapaliny.

3.7 Volba materiálu pro přípravky

Materiál přípravku musí plně vyhovovat všem požadavkům, které budou na přípravek kladeny. Jsou to dostatečná pevnost, pružnost, odolnost proti opotřebení a podobně.

Hlediska, která rozhodují o volbě materiálu, lze shrnout do těchto bodů:

- a/ Namáhání, opotřebení, tvar a funkce uvažovaného přípravku nebo jeho součástí.
- b/ Nejmenší stupeň obrobení přípravku.
- c/ Počet kusů vyráběných přípravků.
- d/ Pracovní prostředí, pro které je přípravek určen.
- e/ Požadovaná přesnost přípravku.
- f/ Cena, skladovaný druh materiálu a výrobní možnosti nástrojárny podniku.
- g/ Hmotnost přípravku.
- h/ Svařitelnost jednotlivých částí přípravku.
- i/ Možnost tepelného, chemického nebo chemicko-tepelného zpracování částí přípravku, jako je zejména cementování, kalení, zušlechťování a další.

Všechny uvedené faktory je nutno při návrhu konstrukce v plné šíři respektovat, protože přípravek má umožnit, nebo zrychlit výrobu. Náklady na přípravek mají být pokud možno minimální (z toho plyne volba technologie při výrobě přípravku). Přesnost zpracovávaného obrobku má být co nejvyšší a opakovatelná. Dále minimální hmotnost přípravku. Zvláště v těch případech, kdy je nutno s přípravkem manipulovat na výrobním stroji, eventuálně jej přemísťovat na různá technologická pracoviště. U všech těchto faktorů se uplatní různá volba použitých materiálů jako výchozí parametr k jejich úspěšnému splnění.

4. Rozbor technologických operací dle výrobního výkresu

Rozváděcí kostka RPE3-06 je odlitek (viz. příloha 1) s předlitými kanály a středovou dírou. Obráběním se zhotovují boky, čela, průchozí díra, připojovací otvory, připevňovací otvory, otvory pro připevnění štítku, otvor pro expander a otvor pro polohovací kolík. Výsledkem je hotová součást (viz. příloha 2). Materiál odlitku je GG30. Český odpovídající ekvivalent je šedá litina 42 2435.

4.1 Technologický postup

Č. operace	Pracoviště	Popis práce	Nářadí a pomůcky
10	Univerzální frézka	<u>Frézovat</u> Upnout do přípravku 4 ks. Frézovat rozměr 45 na L=45-0,1 oboustranně. Dodržet souosost. Kontrolovat dle předchozího textu operace.	Upínací přípravek. Frézovací hlava D80. Digitální posuvné měřítko.
10	Univerzální frézka	<u>Frézovat</u> Upnout do přípravku 4 ks. Plochu s předlitými otvory frézovat na míru L=24,2 od osy. Protilehlou stranu na L=49,5-0,1 Kontrolovat dle předchozího textu operace.	Upínací přípravek. Frézovací hlava D80. Digitální posuvné měřítko.
20	Rovinná bruska	<u>Brousit</u> Základnu s předlitými otvory brousit na rozměr L=49,3-0,05 Kontrolovat dle předchozího textu operace.	Mikrometr.
30	Myčka	<u>Omýt, vyfoukat</u>	

40	CNC centrum SW BA 400-2	<u>Obrábět</u> Upnout do přípravku 10 ks společně. Frézovat čela na rozměr 68-0,1 Obrábět oboustranně: Protočit D18+0,15 do hl. 11-0,1 pro závit M19x1 Na D18+0,15 srazit hranu 0,5 x 45° Soustružit kužel 2,7+0,2 x 15° Na D20,5-0,2 srazit hranu max. 0,2 x 45° Řezat závit M19x1 do hl. 8,5 Vrtat D11 - průchozí. Vyhrubovat D11,75H9 do hl.65. Vystružit otvor D11,94H7 do hl. 65. Na D11,94H7 srazit hranu 0,2 x 45° Soustružit 2 x zápich s=4,5±0,1 Soustružit 3 x zápich s=5,5±0,1 Kartáčovat otvor D11,94H7 Kontrolovat dle předchozího textu operace.	Upínací přípravek. Frézovací hlava D80. Sdružený nástroj D18/D20,5-15°. Závitová fréza M19x1. Vrták D11. Výhrubník D11,75H9. Výstružník D11,94H7. Zapichovací fréza. Kartáč. Digitální posuvné měřítko. Digitální hloubkoměr. Závitový kalibr M19x1. Válečkový kalibr D11,94H7.
40	CNC centrum SW BA 400-2	<u>Obrábět</u> Upnout po 10 ks společně, broušenou plochou od sebe a písmenem B dolů. Vrtat D8 do hl. 14 Vrtat 3 x D8 do hl.8 Zahloubit 4 x D12±0,1 do hl. 1,4-0,1 Vrat 4 x D5,3 - průchozí. Vrtat D3H12 do hl. 5,5 Vrtat 2 x D2 do hl. 5 Zahloubit 4 x D10 do hl. 12 Vrtat D4+0,1 do hl. 3,8+0,2 Na všech otvorech srazit hrany max. 0,2 x 45°	Upínací přípravek. Návrtávák D12. Vrták D5,3. Sdružený vrták D8/D12,4-8. Sdružený vrták D8/D12,4-14. Vrták D3H12. Vrták D3,3. Vrták D4. Vrták 2H11. Záhlubník D10. Digitální posuv. měřítko.

		Frézovat obrysové hrany 0,4 x 45° Kontrolovat dle předchozího textu operace.	Vál. kalibr D3H12. Vál. kalibr D2H11. Přípravek na srážení.
50	Myčka	<u>Omýt, vyfoukat</u>	
60	Odjehlovací a mořicí linka	<u>Termické odjehlení</u> Dílce rovnat do košů po 12ks. Odmořit. Fosfátovat. Vrstvu fosfátování kontrolovat.	
70	Honovačka KADIA	<u>Honovat</u> Upnout do přípravku písmenem B dolů a zahloubeními D10 k obsluze. Honovat otvor v tělese na D12+0,002. Opracování do Ra 0,2. Kontrolovat dle předchozího textu operace. Četnost měření: Vzduchový kalibr: 2 ks/hod. + kusy vyhodnocené strojem jako špatné. Kontrolní trn: zkoušet všechny kusy. Tento trn musí jít vsunout vlastní vahou.	Upínací přípravek. Vzduchový kalibr. Kontrolní trn.
80	Výstupní kontrola	<u>Kontrola</u> Výstupní kontrola dávky	
90	Myčka	<u>Omýt, vyfoukat</u>	

Tab.1 – Technologický postup

4.2 Technologické operace

Nejzřejmější operace budou z obrázkového postupu. Technologické postupy se dělí na tyto části: operace, úseky, úkony a pohyby. Pro názornost postačí obrázkový postup rozpracovat na jednotlivé operace (viz. obrázkové postupy v kapitole 6). Operace 10 je operace diferencovaná a operace 40 je operace koncentrovaná.

Definice

Operace – je časově souvislá část postupu. Charakteristickými znaky operace jsou:

- stálý předmět práce
- stálé pracoviště
- stálý pracovník nebo pracovníci

Úsek – je technologicky samostatná část operace vytvořená podle zásahu jednotlivých nástrojů nebo nářadí.

Úkon – je část operace, která obsahuje jednoduchou pracovní činnost stejného charakteru.

Pohyb – je element každé pracovní činnosti, časově ještě zachytitelný.

Operace koncentrovaná – součást je upnuta v přípravku a obrábí se, následně dojde k přepnutí do jiného přípravku a obrábí se dál. Koncentrují se v ní dva technologicky samostatné dílčí procesy.

Operace diferencovaná – operace je rozdělena na dvě samostatné operace prováděné různými pracovníky na různých strojích

5. Kapacitní rozbor a stupeň sériovosti

Je zřejmé, že danou technologickou úlohu (opracování součástí) lze provést na strojích patřících do různých skupin, nebo na různých strojích téže skupiny (např. danou součást můžeme soustružit jak na univerzálním soustruhu, tak na revolverovém soustruhu, nebo soustružnickém automatu). V takových případech jsou pro volbu stroje určující ekonomická kritéria, tzn. vybrat takový stroj, aby nákladovost spojená s provedením dané technologické úlohy byla minimální. Rozhodující je v tomto směru počet vyráběných kusů (sériovost výroby). Obecně lze říci, čím nižší je typ výroby (směrem ke kusové výrobě), tím vhodnější je použití univerzálních strojů a naopak ve vyšších typech výroby převládají výhody jednoúčelových strojů. Je to dáno tím, že některé stroje lze bez zvláštních úprav použít pro opracování různých součástí, jiné je nutno při změně součástí upravit a seřídít. Potom je tedy v podstatě rozhodující, na jak velký počet vyráběných kusů se náklady spojené s touto úpravou rozpočítávají. Jednoúčelové stroje, které se nedají upravit na jiný druh obrobku, se musí zaplatit zvýšením výkonu během doby, po kterou se má na nich daný obrobek opracovávat. Aby se zjednodušila a zlevnila výroba takových strojů a současně umožnila

jejich úprava při změně obrobku, konstruuji se stavebnicově, tzn. skládají se z typizovaných jednotek, z nichž se požadovaný stroj sestaví.

Jednouúčelové obráběcí stroje jsou konstruovány vždy jen pro určité součásti nebo určité operace. Pracují obvykle automaticky a nedá se jich použít pro jiné práce. Od univerzálních strojů se odlišují tím, že mají většinou několik pracovních vřeten a několik pracovních míst, zvláštní nakládací a vyjímací prostor a speciální upínací zařízení. Provádí mnohdy práce různého charakteru (vrtání, vyvrtávání, soustružení, frézování atd.). Používají se ve vyšších typech výroby. V klasické podobě se vyskytují málo a zpravidla mají znaky stavebnicových obráběcích strojů.

Stavebnicové obráběcí stroje jsou stroje jednouúčelové, sestavené z typizovaných montážních skupin (jednotek). Jsou doplněny speciálními skupinami: upínači, nástroji, několikavřetenovými vrtacími hlavami a podobně. Mohou být přestavěny i na výrobu jiných součástí, a to za použití většiny typizovaných skupin stroje původního.

Počet vyráběných rozváděcích kostek ve firmě ARGO-HYTOS je veliký a stále roste. Zvyšováním výroby nedostačují kapacity strojů. Tím vzniká požadavek na vybavení dalšího stroje přípravkem pro jejich výrobu. Vzhledem k velkému objemu těchto vyráběných součástí by bylo vhodné provést kalkulaci nákladů na pořízení jednouúčelového stroje.

6. Stanovení vhodné koncepce výroby – variantní pojetí

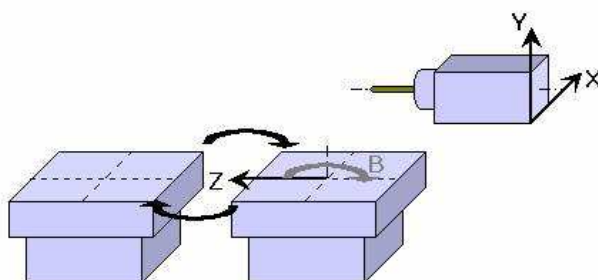
Rozváděcí kostka je dodávána již s obrobenými boky. Boky rozváděcích kostek se obrábějí v kooperaci. V podmínkách firmy ARGO-HYTOS je možnost vyrábět rozváděcí kostky na různých strojích, různým způsobem. Dále jsou uvedeny čtyři možné alternativy obrábění rozváděcích kostek.

6.1 Varianta 1 (obr.37)

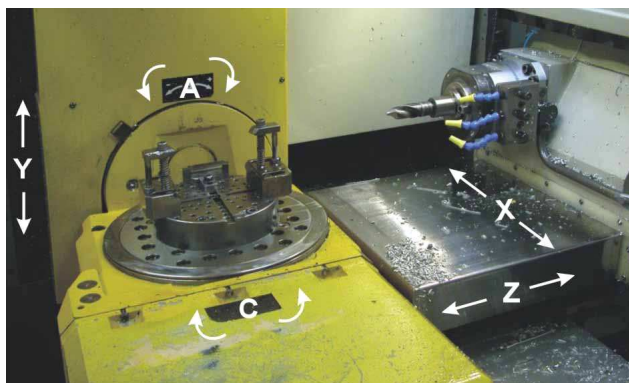
Na stroji SW BA 400-2 nelze rozváděcí kostku vyrobit na jedno upnutí. Je to díky dvou vřetenům stroje, která obrábí dvě rozváděcí kostky současně a tudíž se nedostaneme ke kostce ze všech čtyř stran. Proto je nutné operaci rozdělit a kostku upínat na dvakrát. Z toho vyplývá nutnost použití dvou upínacích přípravků.

6.2 Varianta 2 (obr.38)

Rozváděcí kostku lze celou dohotovit na jedno upnutí s použitím strojů, které má firma ARGO-HYTOS k dispozici. Například na čtyřosém CNC obráběcím centru Mazak FH 4800 (obr.35) nebo na pětiosých centrech MC-032 (obr.36) a Mazak Variaxis-500-5x, ale pouze po jednom kusu, aby byl přístup k obrobku ze všech stran.



Obr.35 – Pohyb os na stroji Mazak



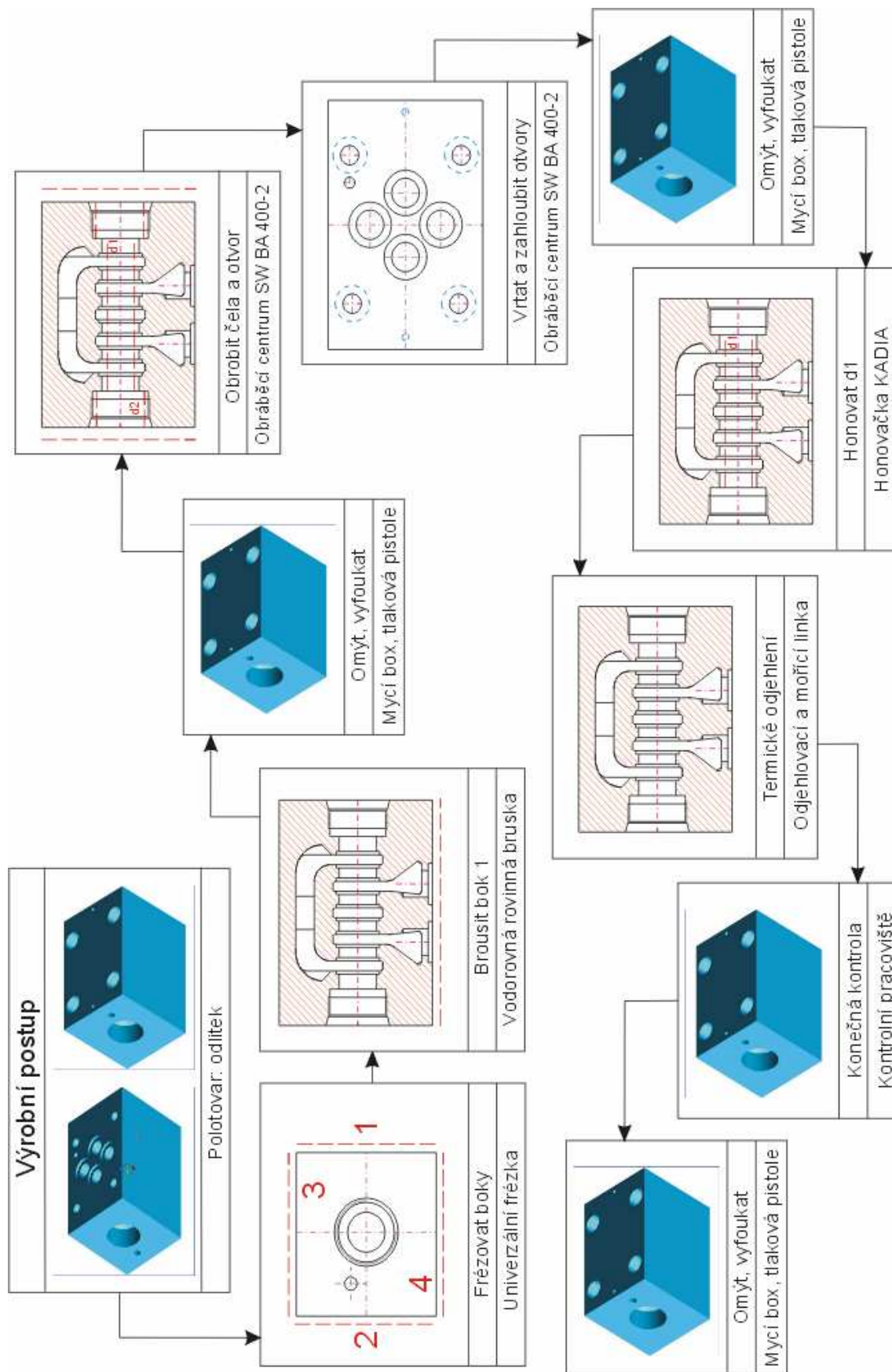
Obr.36 – Pohyb os na stroji MC-032

6.3 Varianta 3 (obr.39)

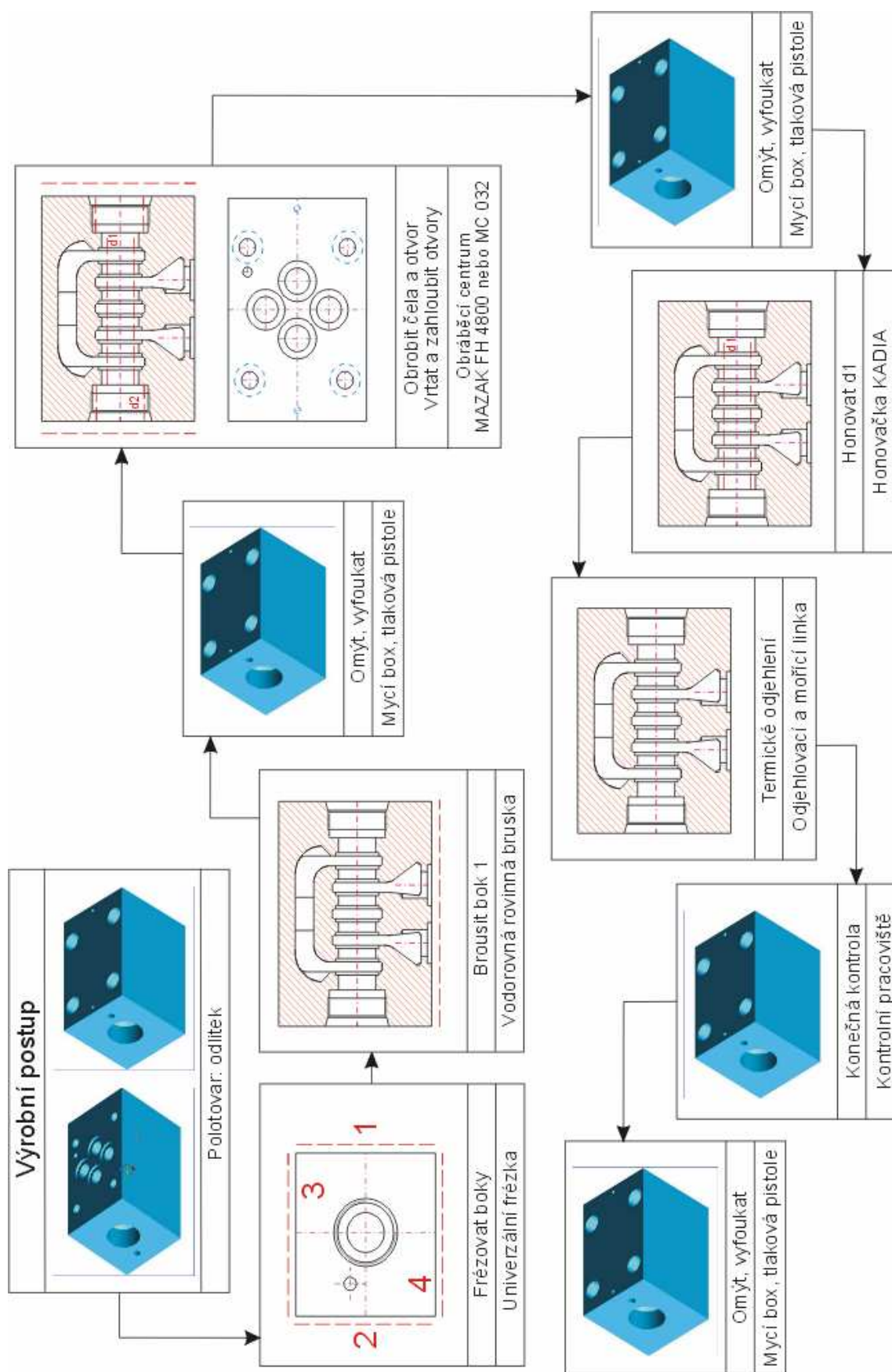
Další možnou variantou je obrobení čel, hlavního otvoru a boku s připojovacími otvory v jednom přípravku a doobrobení zahloubení otvorů pro šrouby a otvorů pro štítek v druhém přípravku.

6.4 Varianta 4 (obr.40)

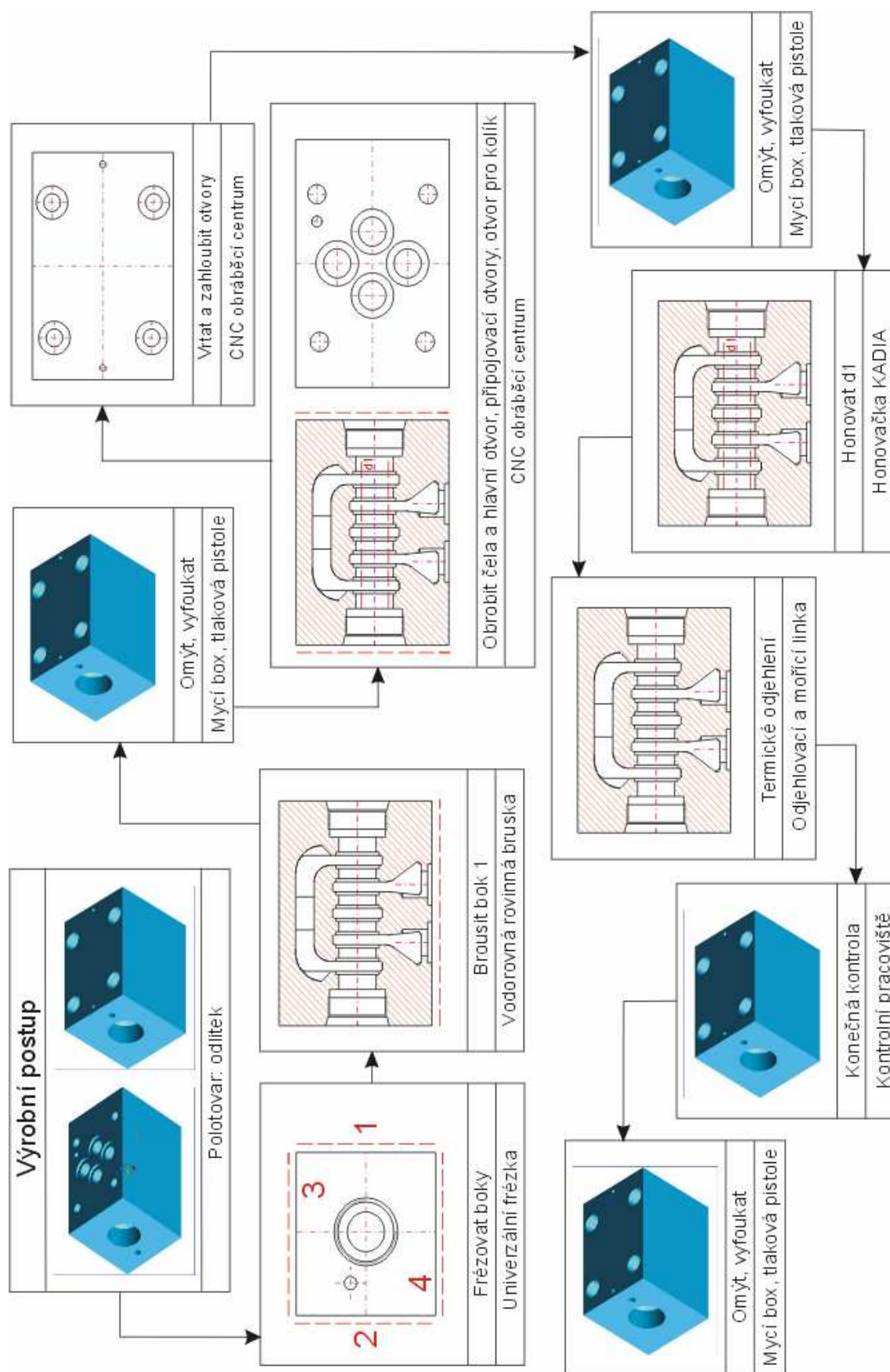
Poslední možnou variantou je rozdělení prací do tří přípravků. Obrobení čel a hlavního otvoru na jednom stroji na jedno upnutí. Bok s připojovacími otvory ve druhém přípravku a bok se zahloubeními ve třetím přípravku.



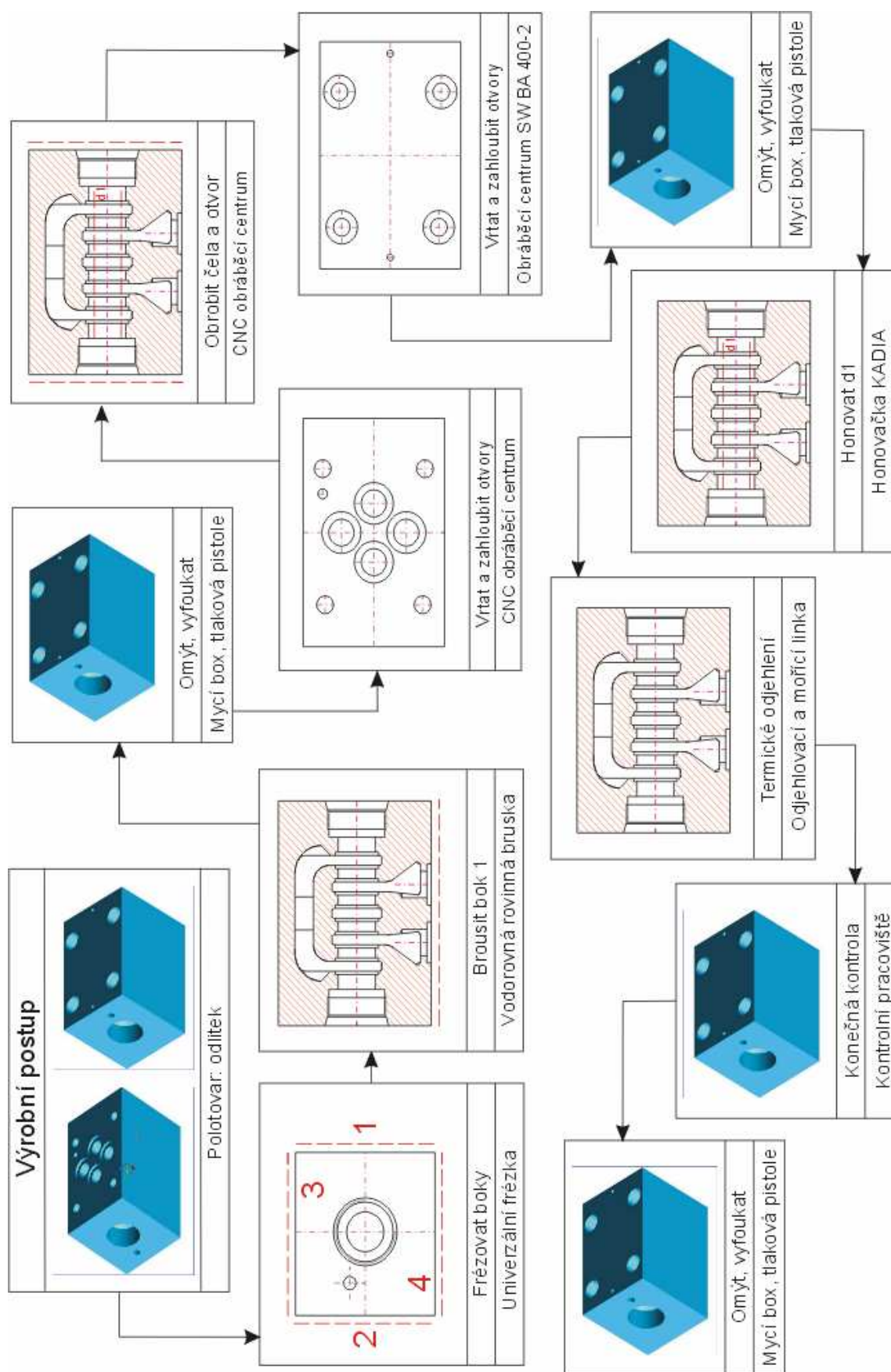
Obr.37 - Obrázkový postup: varianta 1



Obr.38 - Obrábkový postup: varianta 2



Obr.39 - Obrázkový postup: varianta 3



Obr. 40 - Obrázkový postup: varianta 4

7. Konstrukční návrh upínače

7.1 Výpočet potřebné upínací síly

7.1.1 Výpočet řezných sil

Pro výpočet upínací síly nás budou zajímat otvory v kostce (obr. 41), které jsou vrtány ze strany proti upínací čelisti. Pro následný výpočet upínací síly budeme počítat s největší osovou silou vrtaného otvoru.

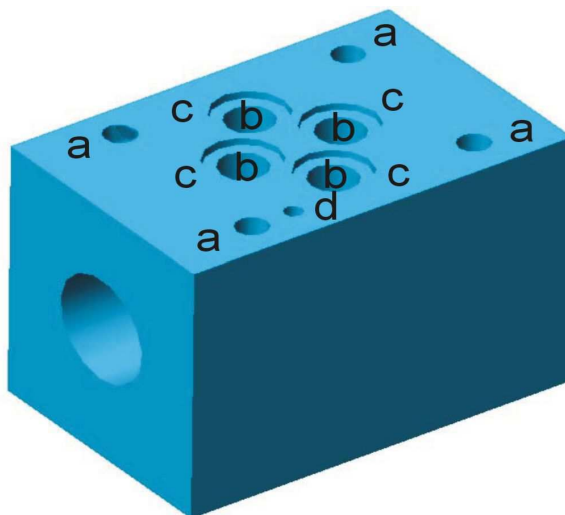
Jsou to: a/ připevňovací díry pro šrouby $\varnothing 5,3\text{mm}$

b/ připojovací otvory $\varnothing 8\text{mm}$

c/ zahloubení připojovacích otvorů $\varnothing 12,4\text{mm}$

d/ díra pro polohovací kolík $\varnothing 3$ – osová síla určitě nebude největší, proto není nutné počítat

e/ vrtání připojovacího otvoru $\varnothing 8\text{mm}$ a zahloubení připojovacího otvoru $\varnothing 12,4\text{mm}$ současně - případ použití sdruženého nástroje.



Obr.41 – Model rozváděcí kostky s označenými vrtanými otvory

Používané nástroje jsou vrtáky různých firem, například Sandvik, Horn, Iscar, Walter a další speciální nářadí pocházející i z konstrukce přípravků firmy ARGO-HYTOS. Výpočet bude proveden dle příručky Sandvik a pro kontrolu přepočítán dle empirického vzorce.

Ad a1/ Dle příručky sandvik – z měrné řezné síly

$$\text{Osová síla} \quad F_{f11} = 0,5 \times a_p \times f_n \times k_{cfz} \times \sin \chi_r \quad [\text{N}] \quad (1)$$

$$k_{cfz} = k_{c0,4} * \left(\frac{0,4}{f_z * \sin \chi_r} \right)^{0,29} * \left(1 + \frac{6 - (\pm \gamma_{sh})}{100} \right) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (2)$$

$k_{c0,4} = 1500 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ specifická řezná síla pro šedou litinu s HB=260

$f_n = 0,2 \text{ [mm/ot]}$ posuv na otáčku

$f_z = 0,1 \text{ [mm/zub]}$ posuv na zub (pro dvoubřitý vrták)

$\chi_r = 70^\circ$ úhel nastavení břitu nástroje

$\lambda_{sh} = 6^\circ$ normální úhel čela břitu nástroje

$a_p = 2,65 \text{ [mm]}$ hloubka řezu

$$\text{Po dosazení} \quad k_{cfz} = 2283 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$F_{f11} = 568,5 \text{ [N]}$$

Ad a2/ Dle empirického vzorce

$$\text{Osová síla} \quad F_{f12} = c_{Ff} \times f_n^y \times a_p^x \quad [\text{N}] \quad (3)$$

$c_{Ff} = 605$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 744$ pro šedou litinu HB=260

$y_{Ff} = 0,8$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 0,98$ pro šedou litinu HB=260

$x_{Ff} = 1$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 1,23$ pro šedou litinu HB=260

$$\text{Po dosazení} \quad F_{f12} = 509,5 \text{ [N]}$$

Dle obou vztahů jsou hodnoty přibližně stejné, z čehož lze usoudit na správnost vypočtených hodnot osově síly.

Ad b1/ Dle příručky sandvik – z měrné řezné síly

$$\text{Osová síla} \quad F_{f21} = 0,5 \times a_p \times f_n \times k_{cfz} \times \sin \chi_r \quad [\text{N}] \quad (1)$$

$$k_{cfz} = k_{c0,4} * \left(\frac{0,4}{f_z * \sin \chi_r} \right)^{0,29} * \left(1 + \frac{6 - (\pm \gamma_{sh})}{100} \right) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (2)$$

$k_{c0,4} = 1500 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ specifická řezná síla pro šedou litinu s HB=260

$f_n = 0,133 \text{ [mm/ot]}$ posuv na otáčku

$f_z = 0,044 \text{ [mm/zub]}$ posuv na zub (pro tříbřitý vrták)

$\chi_r = 70^\circ$ úhel nastavení břitu nástroje

$\lambda_{sh} = 6^\circ$ normální úhel čela břitu nástroje

$a_p = 4 \text{ [mm]}$ hloubka řezu

$$\text{Po dosazení} \quad k_{cfz} = 2897 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$F_{f21} = 724 \text{ [N]}$$

Ad b2/ Dle empirického vzorce

$$\text{Osová síla} \quad F_{f22} = c_{Ff} \times f_n^y \times a_p^x \quad [\text{N}] \quad (3)$$

$c_{Ff} = 605$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 744$ pro šedou litinu HB=260

$y_{Ff} = 0,8$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 0,98$ pro šedou litinu HB=260

$x_{Ff} = 1$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 1,23$ pro šedou litinu HB=260

$$\text{Po dosazení} \quad F_{f22} = 567 \text{ [N]}$$

Dle obou vztahů se vypočtené hodnoty liší minimálně. Odchylka vznikla tím, že empirický vztah nezohledňuje ve výpočtu použití vícebřitého vrtáku.

Ad c1/ Dle příručky sandvik – z měrné řezné síly

$$\text{Osová síla} \quad F_{f31} = 0,5 \times a_p \times f_n \times k_{cfz} \times \sin \chi_r \quad [\text{N}] \quad (1)$$

$$k_{cfz} = k_{c0,4} * \left(\frac{0,4}{f_z * \sin \chi_r} \right)^{0,29} * \left(1 + \frac{6 - (\pm \gamma_{sh})}{100} \right) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (2)$$

$k_{c0,4} = 1500 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ specifická řezná síla pro šedou litinu s HB=260

$f_n = 0,133 \text{ [mm/ot]}$ posuv na otáčku

$f_z = 0,044 \text{ [mm/zub]}$ posuv na zub (pro tříbřitý vrták)

$\chi_r = 90^\circ$ úhel nastavení břitu nástroje

$\lambda_{sh} = 6^\circ$ normální úhel čela břitu nástroje

$a_p = (D-d)/2 = 2 \text{ [mm]}$ hloubka řezu

$$\text{Po dosazení} \quad k_{cfz} = 2845 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$F_{f31} = 378 \text{ [N]}$$

Ad c2/ Dle empirického vzorce

$$\text{Osová síla} \quad F_{f32} = c_{Ff} \times f_n^y \times a_p^x \quad [\text{N}] \quad (3)$$

$c_{Ff} = 605$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 744$ pro šedou litinu HB=260

$y_{Ff} = 0,8$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 0,98$ pro šedou litinu HB=260

$x_{Ff} = 1$ pro šedou litinu HB=200 $\times 1,23 = 1,23$ pro šedou litinu HB=260

$$\text{Po dosazení} \quad F_{f32} = 257 \text{ [N]}$$

Dle obou vztahů se vypočtené hodnoty liší minimálně. Odchylka vznikla tím, že empirický vztah nezohledňuje ve výpočtu použití vícebřitého vrtáku.

Ad e/ Použití sdruženého nástroje

Výsledná síla bude součtem síly pro vrtání otvoru Ø8mm a síly pro zahlubování otvoru Ø12,4mm.

$$F_f = F_{f21} + F_{f31} = 724 + 378 = 1102 \text{ [N]} \quad (4)$$

Největší osová síla $F_f = 1102 \text{ [N]}$ působí při vrtání sdruženým nástrojem. Tato síla bude základem pro výpočet upínací síly. Upínací síla musí být rovna minimálně této síle zvětšená o bezpečnost k .

Výpočet je stanoven pro normální kuželovitě podbroušený vrták. Nabroušení vrtáku podstatně ovlivňuje osovou sílu při vrtání. Například zkrácením příčného břitu lze tuto sílu snížit až na 50%.

7.1.2 Volba bezpečnosti upnutí

Řádné upnutí obrobku, ať na něj působí jakékoli síly, zajišťuje součinitel bezpečnosti k . Volbou malého k by nastala malá spolehlivost upnutí a naopak velké k by zbytečně zvětšovalo upínací sílu.

Veličinu k lze určit součinem dílčích činitelů k_0 , k_1 , k_2 , k_3 , k_4 , které vyjadřují konkrétní způsoby upnutí.

Součinitel k_0 – zaručený součinitel bezpečnosti, volím $k_0 = 1,5$

Součinitel k_1 – zachycuje vliv eventuelních nerovností součástí, volím $k_1 = 1,2$

Součinitel k_2 – zachycuje zvětšení řezných sil vlivem otupení nástroje, volím $k_2 = 1,2$

Součinitel k_3 – zachycuje zvětšení sil při přerušovaném obrábění, volím $k_3 = 1,1$

Součinitel k_4 – charakterizuje upínací zařízení vzhledem ke stálosti velikosti upínací síly, pro hydraulické upnutí, které vyvozuje stále stejnou sílu volím $k_4 = 1$

Celkový součinitel bezpečnosti

$$k = k_0 \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \quad (5)$$

$$k = 1,5 \times 1,2 \times 1,2 \times 1,1 \times 1$$

$$k = 2,38$$

7.1.3 Výpočet upínací síly

Upínací síla je vyvozována hydraulickým válcem, působícím na upínku, která pákovým převodem upíná obráběné součásti (obr.41).

F_V – potřebná síla hydraulického válce, teoretická upínací síla

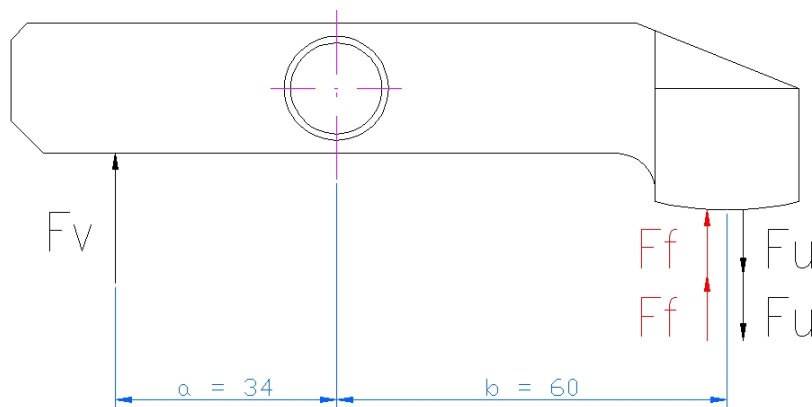
F_U – potřebná upínací síla

$F_{f1} = 724$ [N] osová řezná síla dle bodu (b) – vrták Ø8 mm

$F_{f2} = 1102$ [N] osová řezná síla dle bodu (e) – pro sdružený nástroj

$a = 34$ mm

$b = 60$ mm



Obr.42 – Schéma výpočtu upínací síly

a/ Síla potřebná pro upnutí

$$F_{V1} * a - 2 F_{f1} * b = 0 \quad (6)$$

$$F_{V1} * 34 - 2 * 724 * 60 = 0 \quad (7)$$

$F_{V1} = 2555$ [N] – teoretická upínací síla

$$F_{vsk1} = F_{V1} * k = 2555 * 2,38 = 6081$$
 [N] – skutečná upínací síla (8)

b/ Síla potřebná pro upnutí – při použití sdruženého nástroje

Síla je trochu nadhodnocena, protože při zahlabování obrábí vrták předlžitý otvor.

$$F_{V2} * a - 2 F_{f2} * b = 0 \quad (6)$$

$$F_{V2} * 34 - 2 * 1102 * 60 = 0 \quad (7)$$

$F_{V2} = 3890$ [N] – teoretická upínací síla

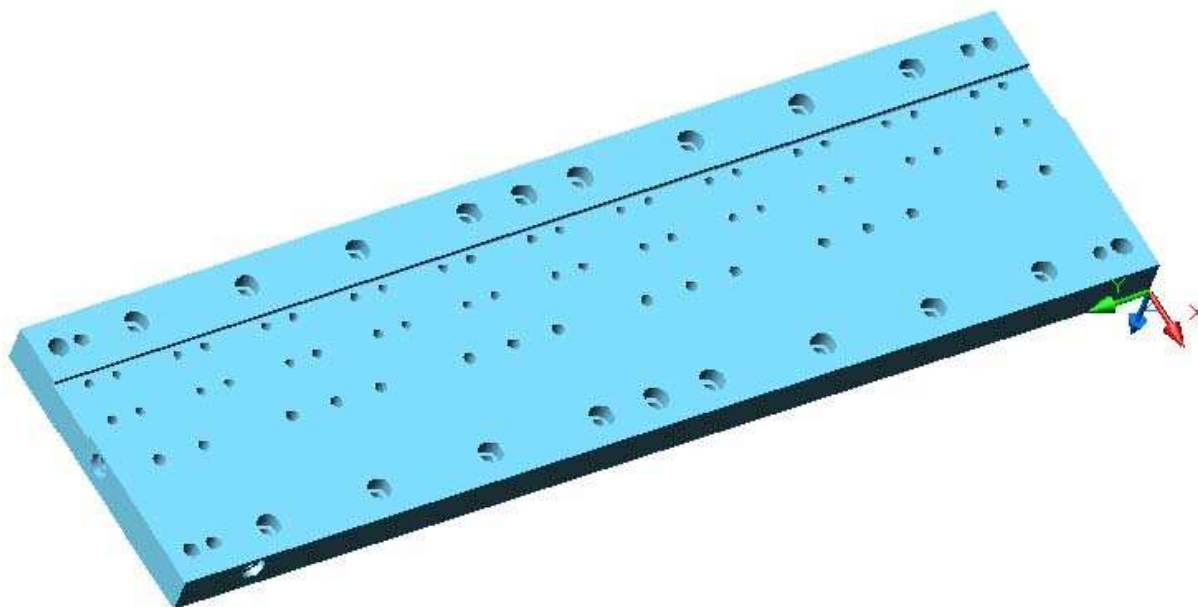
$$F_{vsk2} = F_{V2} * k = 3890 * 2,38 = 9258$$
 [N] – skutečná upínací síla (8)

Maximální tlak, který může stroj dodávat do přípravku, je 300 bar. Pro upnutí volím hydraulický válec ROEMHELD B1.462 obj.č.: 1072-010 s upínací silou 12,25 kN při maximálním možném tlaku 250 bar. Pro skutečnou upínací sílu je potřebný tlak 124 bar. Při použití sdruženého nástroje je potřebný tlak 189 bar. Hodnota upínacího tlaku při použití sdruženého nástroje je mírně nadhodnocena, protože po provrtání stěny rozváděcí kostky obrábí vrták předlitý otvor. Hodnotu maximálního upínacího tlaku pro sdružený nástroj, který je potřebný pro bezpečné upnutí, je nutno poznamenat do výkresu sestavy přípravku a také viditelně značit na upínací přípravek.

7.2 Popis hlavních částí přípravku

1/ Rozváděcí deska (obr. 43)

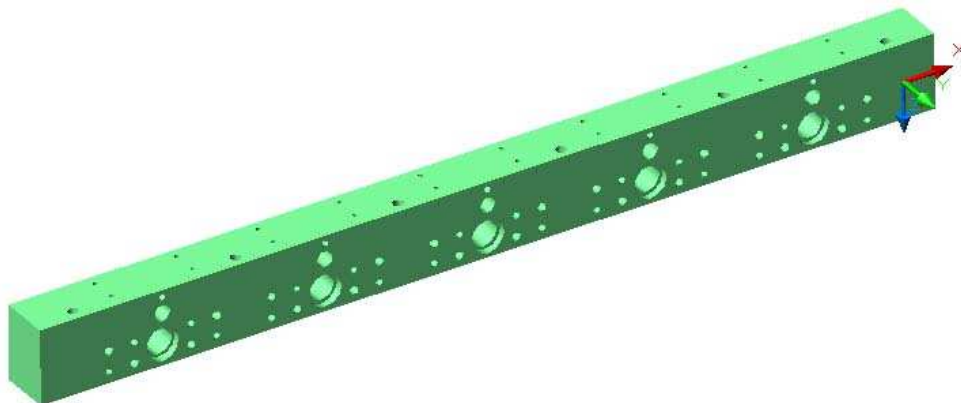
Tato deska je základní částí přípravku, která se pokládá na pracovní desku stroje a ke které jsou připevněny další části přípravku. Zároveň slouží tato deska pro rozvádění tlakového oleje, který vyvozuje upínací sílu, do další části přípravku. Materiál desky je 11 373.



Obr.43 – Rozváděcí deska

2/ Upínací kostka (obr. 44)

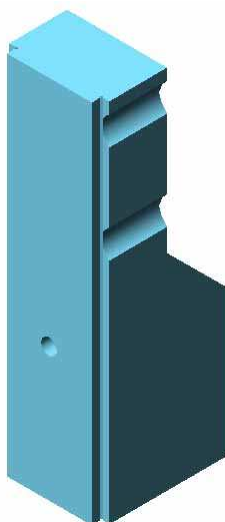
Je uchycena na rozváděcí desce. V ní jsou z čela namontovány upínací hydraulické válce a z vrchu jsou připevněny dosedací položky. Z čelní strany jsou ještě připevněny kostky upínky pro její uchycení. Materiál kostky je 11 600.



Obr.44 – Upínací kostka

3/ Opěrná stojna (obr. 45)

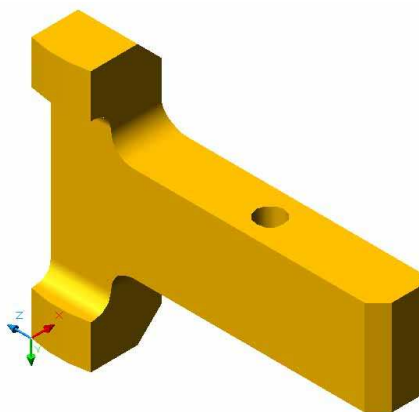
Je opěrným a ustavujícím prvkem přípravku. Slouží k jednoznačnému ustavení obrobku v horizontální rovině vůči nástroji. Hlavním požadavkem je trvalá přesnost polohy. Opěrná stojna je z materiálu 14 200.3, je cementovaná a kalená na tvrdost 62 ± 2 HRC, aby její odolnost proti opotřebení byla co největší. Dosedací plochy jsou broušené a zhotoveny co nejmenší, aby na ně obrobek dokonale dosedl. Při obrábění z jedné strany tyto opěry zachycují výslednou řeznou sílu nástroje. Při obrábění z druhé strany prochází upínací síla, jak je požadováno, mezi opěrnými plochami.



Obr.45 – Opěrná stojna

4/ Vidlicová upínka (obr. 46)

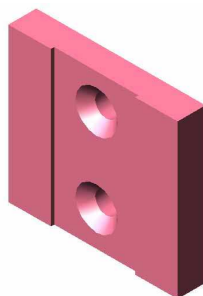
Vidlicová upínka je upínacím prvkem přípravku. Vyvozená upínací síla působí proti opěrným prkům, v našem případě je to opěrná stojna. Upínka také zachycuje výslednou řeznou sílu nástroje při obrábění z jedné strany. Jelikož hydraulický válec je schopen vyvinout velkou sílu, je možné upínat dva obrobky současně. Zmenší se tím počet upínek i hydraulických válců. Aby se upínka neomačkávala, je vyrobená z materiálu 14 220.3 a je cementovaná a kalená na tvrdost 62 ± 2 HRc.



Obr.46 – Vidlicová upínka

5/ Dosedací podložka (obr. 47)

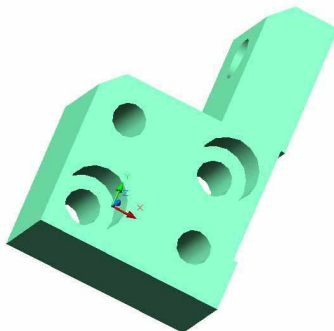
Je druhým opěrným a ustavujícím prvkem přípravku. Je základní ložnou plochou na níž se obrobek ustavuje ve vertikální rovině vůči nástroji. Zároveň je plocha obrobku základní rozměrovou plochou (měřicí základnou). Od této plochy vychází konstruktér součásti a jsou od ní udávány vzdálenosti dalších obráběných ploch. Aby byla zaručena stejná výška ustavení obrobků, a tím i maximální přesnost, musí být dosedací plocha přesně obrobena. Proto se dosedací podložky po upevnění na upínací kostku přebrousí, tím je tato požadovaná přesnost dosažena. Podložka je vyrobena z materiálu 19 312.3 a je kalená na tvrdost 58 ± 3 HRc.



Obr.47 – Dosedací podložka

6/ Kostka upínky „L“ (obr. 48)

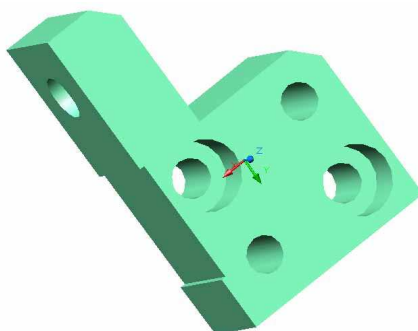
Je ložným prvkem pro čep upínky. Konstrukční ocel 11 600.0 je použit na její výrobu.



Obr.48 – Kostka upínky „L“

7/ Kostka upínky „P“ (obr. 49)

Je ložným prvkem pro čep upínky. Konstrukční ocel 11 600.0 je použit na její výrobu.



Obr.49 – Kostka upínky „P“

8/ Čep upínky (obr. 50)

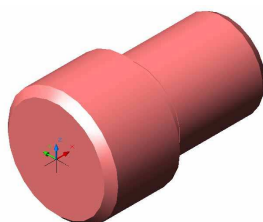
Na čepu upínky je nasunuta vidlicová upínka, která se na něm otáčí a působí na upínanou součást. V důsledku otáčení vidlicové upínky na čepu, může docházet k jeho omačkávání, proto je vyroben z materiálu 19 312.3 a je kalený na 58+3 HRc.



Obr.50 – Čep upínky

9/ Základní kámen 1 (obr. 51)

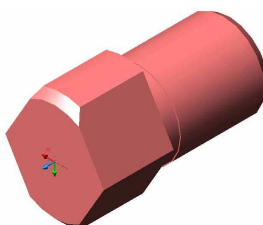
Je jedním ze dvou ustavovacích kamenů, který je zalisován v rozváděcí desce a slouží k ustavení přípravku na desce stroje. Aby se kameny vlivem častého vyjímání a ustavování přípravku neopotřebovávaly, jsou z materiálu 19 312.3 a jsou kalené na 58+3 HRc.



Obr.51 – Základní kámen 1

10/ Základní kámen 2 (obr. 52)

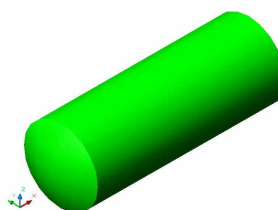
Jeden ze dvou ustavovacích čepů je seříznutý. Vyloučí se tak do jisté míry výrobní úchytky v osové vzdálenosti otvorů. Kdyby byly oba čepy plné, pak by se daly dovolené úchytky osových vzdáleností vyrovnat pouze radiálními vůlemi mezi čepy a otvory. To by vedlo k potřebě značných vůlí a tím k nepřesnému ustavení obrobku. Tento kámen je také z materiálu 19 312.3 a je kalený na 58+3 HRc.



Obr.52 – Základní kámen 2

11/ Vratný čep (obr. 53)

Slouží k odtlačování vidlicové upínky pro snadnější vkládání rozváděcích kostek. K vyvození síly slouží šroubová tlačná pružina.



Obr.53 – Vratný čep

12/ Šroub M8x40 ČSN 02 1143 (obr. 54)

Pomocí dvou těchto šroubů je upevněna levá i pravá kostka upínky a opěrné stojny.



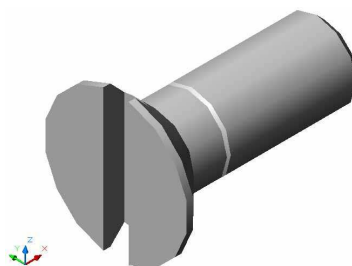
Obr.54 – Šroub M8x40

13/ Šroub M10x45 ČSN 02 1143

Pomocí těchto šesti šroubů je upevněna upínací kostka k rozváděcí desce.

14/ Šroub M6x16 ČSN 02 1151 (obr. 55)

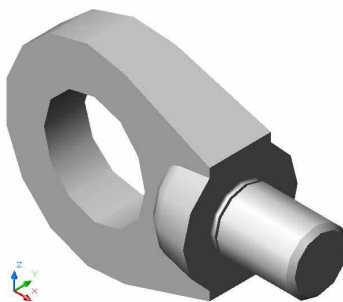
Tyto šrouby slouží k upevnění dosedacích podložek na upínací kostku.



Obr.55 – Šroub M6x16

15/ Závěsný šroub M16 ČSN 02 1369 (obr. 56)

Dva závěsné šrouby jsou zašroubovány v protilehlých rozích v rozváděcí desce, která je základní částí přípravku. Závěsný šroub slouží k manipulaci s přípravkem. Bez nich by bylo velmi obtížné přípravek na stroj vůbec dostat.



Obr.56 – Závěsný šroub M16

16/ Kolík Ø8-50A ČSN 02 2150 (obr. 57)

Pomocí dvou těchto kolíků je polohována levá i pravá kostka upínky a také opěrné stojny.



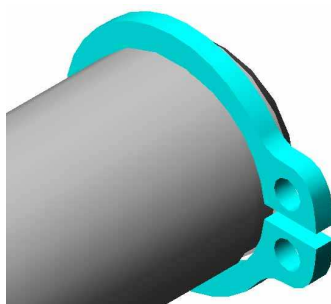
Obr.57 – Kolík Ø8-50A

17/ Kolík Ø10-60A ČSN 02 2150

Pomocí šesti těchto kolíků je polohována upínací kostka vzhledem k rozváděcí desce.

18/ Pojistný kroužek 10 ČSN 02 2930 (obr. 58)

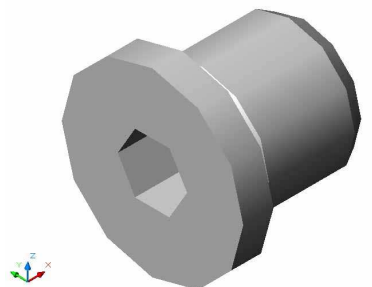
Slouží pro pojištění čepu upínky, aby se neuvolnil z požadované polohy.



Obr.58 – Pojistný kroužek 10

19/ Zátka G1/4 DIN 908 (obr. 59)

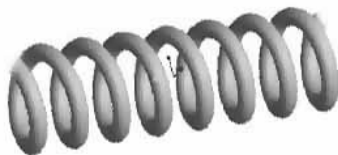
Slouží jako uzavírací a těsnicí prvek pro rozváděcí kanály v rozváděcí desce. Zátku dodá k přípravku firma ARGO-HYTOS.



Obr.59 – Zátka G1/4

20/ Pružina 0,8x5,8x26x21,5 (obr. 60)

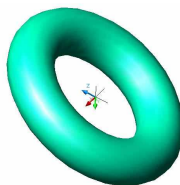
Slouží pro vyvození síly na vratný čep, který působí na vidlicovou upínku, aby ji udržel v odvrácené poloze pro snadnější zakládání obrobku. Pružinu dodá k přípravku také výše uvedená firma.



Obr.60 – Válcová tlačná pružina

21/ „O“ Kroužek 4x1,75 (obr. 61)

„O“ kroužek slouží jako těsnění mezi rozváděcí deskou a upínací kostkou. Kroužek je usazen v zahlbounení upínací kostky. „O“ kroužky dodá k přípravku výše uvedená firma.



Obr.61 – „O“ Kroužek 4x1,75

22/ Připojovací nippel ROEMHELD F9.430 (obr. 62)

Byl zvolen z katalogu výrobce jako protikus oproti kusu v základní desce otočného stolu stroje SW BA 400-2. Připojovací nippel ROEMHELD zajišťuje propojení otočného stolu stroje s rozváděcí deskou olejem. Maximální tlak, pro který je nippel konstruován je 500 bar, což je dostačující, protože maximální tlak, který je schopen agregát stroje schopen dodat do přípravku je 300 bar.



Obr.62 – Připojovací nippel ROEMHELD F9.430

23/ Hydraulický válec ROEMHELD B1.462 (obr. 63)

Popis: Hydraulický válec je tvořen plunžrovým pístem s integrovanou vratnou pružinou, omezovačem zdvihu a upevňovacím šroubem. Blok hydraulického válce není možné demontovat. Hydraulický válec je dodáván s těsněním a „O“ kroužkem. Píst je kalený a broušený, aby nedocházelo k opotřebení pláště pístu. Na přání se dodává stírací těsnění a speciální těsnění.

Použití: Jednoduchá bloková konstrukce s maximálním výkonem je vhodná pro nejrůznější případy použití, například při stísněných rozměrových poměrech. Maximální provozní teplota používaného oleje je 80°C. Při montáži je potřebné závit pojistit lepidlem Loctite 242.

Výhody: - malá montážní výška

- velmi kompaktní technické provedení
- vratná pružina plně zatížitelná
- omezený zdvih
- jednoduchá vyměnitelnost
- vysoká těsnost



Obr.63 – Hydraulický válec ROEMHELD B1.462

24/ Stírací kroužek ROEMHELD (obr. 64)

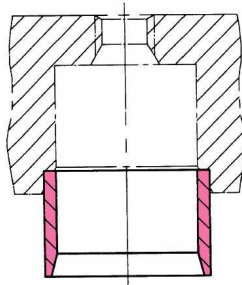
Slouží k odstranění nečistot, které se mohou usadit na plášti a mohly by způsobit jeho poškození a tím netěsnost hydraulického válce.



Obr.64 – Stírací kroužek ROEMHELD

25/ Montážní pouzdro ROEMHELD (obr. 65)

Toto montážní pouzdro slouží pouze pro montáž hydraulických válců. Je to doporučené příslušenství výrobce pro montáž.



Obr.65 – Montážní pouzdro ROEMHELD

7.3 Použité materiály

11 373.1 – konstrukční ocel nelegovaná obvyklých jakostí se zaručeným obsahem P a S

Chemické složení: P = max 0,045 %

S = max 0,045 %

C = max 0,17 %

N = max 0,00 7%

Fyzikální vlastnosti: $R_m \text{ max} = 440 \text{ [Mpa]}$

$\alpha = 11,1 \cdot 10^{-6} \text{ [K}^{-1}\text{]}$

$\lambda_t = 54,5 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$

Obrobitelnost: Soustružení a hoblování 15b

Frézování a vrtání 14b

Použití: Součásti konstrukcí a strojů menších tlouštěk, namáhané staticky a mírně dynamicky. Vtokové objekty vodních turbín, výtoky, hradidlové tabule, stavidla, méně namáhaná svařovaná potrubí a bočnice, jezové konstrukce. Dna plochá, klenutá a lemovaná vysokotlaká. Součásti svařované kovářsky.

11 600.0 – konstrukční ocel nelegovaná obvyklých jakostí se zaručeným obsahem P a S a vyšším obsahem uhlíku

Chemické složení: $C \approx 0,5-0,6 \%$
 $P = \max 0,045 \%$
 $S = \max 0,04 \%$
 $N = \max 0,009 \%$

Fyzikální vlastnosti: $R_m \min = 700 \text{ [Mpa]}$
 $\alpha = 11,1 \cdot 10^{-6} \text{ [K}^{-1}\text{]}$
 $\lambda_t = 54,5 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$

Obrobitelnost: Soustružení a hoblování 14b
Frézování a vrtání 14b

Použití: Vhodná na strojní součásti namáhané staticky i dynamicky, u kterých se nevyžaduje svařitelnost. Součásti vystavené velkému měrnému tlaku. Hřídele, osy, ozubená kola, řetězová kola, páky, čepy, pístnice, kolíky, podpěry, držátka, objímky, šrouby a matice, klíny, pera, kluzné kameny, ozubené hřebeny, kladky, spojky, segmenty a vložky axiálních ložisek, distanční kroužky, různé upínací elementy, tělesa fréz apod. Pásky a pruhy ke tvarování ohybem.

14 220.3 – konstrukční ocel ušlechtilá uhlíková vhodná k cementování

Chemické složení: $C = 0,14 - 0,19 \%$
 $Mn = 1,10 - 1,40 \%$
 $Si = 0,17 - 0,37 \%$
 $Cr = 0,80 - 1,10 \%$
 $P = \max 0,035 \%$
 $S = \max 0,035 \%$

Fyzikální vlastnosti: $R_m \max = 785 \text{ [Mpa]}$
 $\alpha = 11,1 \cdot 10^{-6} \text{ [K}^{-1}\text{]}$
 $\lambda_t = 54,5 \text{ [Wm}^{-1}\text{K}^{-1}\text{]}$

Obrobitelnost: Soustružení a hoblování 12b
Frézování a vrtání 12b

Použití: Vhodná pro strojní součásti pro zušlechťení do průměru 35 mm, k cementování s velkou pevností v jádře. Například hřídele, ozubená kola, vačkové hřídele, zdviháky ventilů, pístní čepy, zubové spojky a další.

19 312.3 – nástrojová nízkolegovaná ocel pro práci za studena

Chemické složení: C = 0,75 – 0,85 %
Mn = 1,85 – 2,15 %
Si = 0,15 – 0,35 %
V = 0,10 – 0,20 %
P = max 0,030 %
S = max 0,035 %

Fyzikální vlastnosti: $R_m \approx 4300$ [Mpa] pro tvrdost 60 HRc
 $\alpha = 13,4 \cdot 10^{-6}$ [K⁻¹]
 $\lambda_t = 38,5$ [Wm⁻¹K⁻¹]

Obrobitelnost:	Soustružení a hoblování	11b
	Frézování a vrtání	11b
	Broušení	8b

Použití: Řezné nástroje na nekovy. Nástroje pro stříhání za studena, například průstřižníky a průstřižnice. Nástroje pro tváření za studena, například razidla, lisovadla a průtlačníky. Ruční nástroje a nářadí. Formy pro tváření plastů a pryže. Různé druhy dílenských měřidel.

8. Konečné stanovení taktu stroje a kusového času

Předběžně odhadnutý čas pro obrábění jednoho kusu rozváděcí kostky je 4-5 minut. Důvodem pro obrábění rozváděcích kostek na CNC obráběcím centru SW BA 400-2 je jeho maximální využití. Plán výroby počítá na tomto stroji asi s 10 000 ks rozváděcích kostek za rok. V následující kapitole bude uveden přesný výpočet kusového času a následné stanovení taktu stroje.

8.1 Parametry stroje a vztahy použité při výpočtu časů

Hodnoty otáček, posuvů použité při výpočtu byly zvoleny na základě konzultace se zkušeným programátorem CNC obráběcích strojů.

Hodnoty z katalogu výrobce stroje

Rychloposuv – $v = 40\,000$ [mm/min]

Otáčení stolu – $n = 33,3$ [min⁻¹] → Otočení stolu o 180° – $t \approx 1$ [s] = 0,0166667 [min]

Výměna stolů – $t = 4$ [s] = 0,066667 [min]

Výměna nástroje z řezu do řezu – $t = 4,5$ [s] = 0,075 [min]

Najetí nebo odjetí nástroje – $t = 2,25$ [s] = 0,0375 [min]

Použité vztahy pro výpočet

$$\text{Čas práce nástroje} \quad t = \frac{L + \frac{D}{2} * \cot g(\kappa) + L_n + L_p}{n * f_n} [\text{min}] \quad (9)$$

$$\text{Čas při vyjíždění z řezu} \quad t = \frac{L + \frac{D}{2} * \cot g(\kappa) + L_n + L_p}{f} [\text{min}] \quad (10)$$

$$\text{Čas při přejíždění} \quad t = \frac{L}{f} [\text{min}] \quad (11)$$

8.2 Výpočet kusového času pro první přípravek (tab.2)

Úsek	Počet	n [1/min]	f [mm/min]	fn [mm/ot]	L [mm]	Ln [mm]	Lp [mm]	D [mm]	kapa [°]	kapa [rad]	t [min]
Založení obrobků (1ks)											0,08333
Upnutí obrobků (1 ks)											0,005
Výměna stolů na 1 ks											0,006667
Najetí nástroje											0,0375
Hrubovat čelo	1	800	600	0,75	49,3	1	1	80			0,218833
Výměna nástroje											0,075
Frézovat čelo na čisto	1	2800	2500	0,89286	49,3	1	1	80			0,05252
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D11-průchozí	1	1500	600	0,4	70	1	1	11	30	0,52	0,135877
Vyjetí z řezu	1	1500	40000		70	1	1	11	30	0,52	0,002038
Výměna nástroje											0,075
Vyhrubovat D11,75H9	1	1200	400	0,33333	70	1	3	11,8	0	0	0,185
Vyjetí z řezu	1	1200	40000		70	1	3	11,8	0	0	0,00185
Výměna nástroje											0,075
Vystružit D11,94H7	1	700	210	0,3	65	1	0	11,9	0	0	0,314286
Vyjetí z řezu	1	700	40000		65	1	0	11,9	0	0	0,00165
Výměna nástroje											0,075
Nástroj D18/D20,5-15°	1	1270	500	0,3937	11	1	0	18	0	0	0,024
Vyjetí z řezu	1	1270	40000		11	1	0	18	0	0	0,0003
Výměna nástroje											0,075
Řezat závit M19x1	1	2700	500	0,18519	8,5	1	1	M19	0	0	0,021
Vyjet ze závitu	1	2700	500	0,18519	8,5	1	1	M19	0	0	0,021
Výměna nástroje											0,075
Soustružit zápich s4,5	2	1600	280	0,175	1,6	1	0	15	0	0	0,018571
Vyjetí z řezu	2		40000		1,6	1	0	15	0	0	0,00013
Soustružit zápich s5,5	6	1600	280	0,175	1,6	1	0	15	0	0	0,055714
Vyjetí z řezu	6		40000		1,6	1	0	15	0	0	0,00039
Přejíždění			40000		108						0,002688
Otočení stolu o 180° na 1ks											0,00166
Výměna nástroje											0,075
Hrubovat čelo	1	800	600	0,75	49,3	1	1	80			0,218833
Výměna nástroje											0,075
Frézovat čelo na čisto	1	2800	2500	0,89286	49,3	1	1	80			0,05252
Výměna nástroje											0,075
Nástroj D18/D20,5-15°	1	1270	500	0,3937	11	1	0	18	0	0	0,024
Vyjetí z řezu	1	1270	40000		11	1	0	18	0	0	0,0003
Výměna nástroje											0,075
Řezat závit M19x1	1	2700	500	0,18519	8,5	1	1	M19	0	0	0,021
Vyjet ze závitu	1	2700	500	0,18519	8,5	1	1	M19	0	0	0,021
Odjetí nástroje											0,0375
Výměna stolů na 1 ks											0,00667
Uvolnění obrobků (1 ks)											0,005
Vyjmutí obrobků (1 ks)											0,075
Celkový čas tk1											2,476828

Tab.2 – Výpočet kusového času pro první přípravek

8.3 Výpočet kusového času pro druhý přípravek (tab.3)

Úsek	Počet	n [1/min]	f [mm/min]	fn [mm/ot]	L [mm]	Ln [mm]	Lp [mm]	D [mm]	kapa [°]	kapa [rad]	t [min]
Založení obrobků (1ks)											0,08333
Upnutí obrobků (1 ks)											0,005
Výměna stolů na 1 ks											0,006667
Najetí nástroje											0,0375
Navrtat D5,3	4	3500	300	0,08571	2,65	1	0	5,3	45	0,79	0,084
Vyjetí z řezu	4	3500	40000		2,65	1	0	5,3	45	0,79	0,00063
Navrtat D8	4	3500	300	0,08571	4	1	0	8	45	0,79	0,12
Vyjetí z řezu	4	3500	40000		4	1	0	8	45	0,79	0,0009
Navrtat D3H12	1	3500	300	0,08571	1,5	1	0	3	45	0,79	0,013333
Vyjetí z řezu	1	3500	40000		1,5	1	0	3	45	0,79	0,0001
Přejíždění			40000		154						0,00385
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D5,3	4	3800	760	0,2	49,3	1	1	5,3	30	0,52	0,294158
Vyjetí z řezu	4	3800	40000		49,3	1	1	5,3	30	0,52	0,005589
Přejíždění			40000		104						0,0026
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D8/D12,4	3	1500	200	0,13333	8	1	0	8	30	0,52	0,238923
Vyjetí z řezu	3	1500	40000		8	1	0	5,3	30	0,52	0,001019
Přejíždění			40000		104						0,0026
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D8/D12,4	1	1500	200	0,13333	14	1	0	8	30	0,52	0,109641
Vyjetí z řezu	1	1500	40000		14	1	0	5,3	30	0,52	0,00049
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D3H12	1	3200	200	0,0625	5,5	1	0	3	30	0,52	0,04549
Vyjetí z řezu	1	3200	40000		5,5	1	0	3	30	0,52	0,000227
Otočení stolu 90° na 1ks											0,00083
Výměna nástroje											0,075
Navrtat D3,3	1	3500	300	0,08571	1,65	1	0	3,3	45	0,79	0,014333
Vyjetí z řezu	1	3500	40000		1,65	1	0	3,3	45	0,79	0,000108
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D3,3	1	2900	160	0,05517	60	1	0	3,3	30	0,52	0,399112
Vyjetí z řezu	1	2900	40000		60	1	0	3,3	30	0,52	0,001596
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D4	1	6300	600	0,09524	3,9	1	0	4	30	0,52	0,01394
Vyjetí z řezu	1	6300	40000		3,9	1	0	4	30	0,52	0,000209
Otočení stolu 90° na 1ks											0,00083
Výměna nástroje											0,075
Navrtat D2	2	3500	300	0,08571	1	1	0	2	45	0,79	0,02
Vyjetí z řezu	2	3500	40000		1	1	0	2	45	0,79	0,00015
Přejíždění			40000		61						0,001525
Výměna nástroje											0,075
Vrtat D2H11	2	4700	400	0,08511	5	1	0	2	30	0,52	0,03866
Vyjetí z řezu	2	4700	40000		5	1	0	2	30	0,52	0,000387
Přejíždění			40000		61						0,001525
Výměna nástroje											0,075
Zahloubit D10	4	2000	400	0,2	12	1	0	10	0	0	0,13
Vyjetí z řezu	4	2000	40000		12	1	0	10	0	0	0,0013
Přejíždění			40000		104						0,0026
Odjetí nástroje											0,0375

Výměna stolů na 1 ks											0,00667
Uvolnění obrobků (1 ks)											0,005
Vyjmutí obrobků (1 ks)											0,075
Celkový čas tk2											2,557323

Tab.3 – Výpočet kusového času pro druhý přípravek

8.4 Stanovení taktu stroje a kusového času

Kusový čas pro první i druhý přípravek je polovičním časem vypočteného. Je to proto, že stroj má dvě vřetena a obrábí dvě rozváděcí kostky současně. Celková kusový čas je tedy součtem dílčích kusových časů. Do přípravku lze upnout deset kusů současně. Takt stroje spočítáme, vynásobíme-li celkový kusový čas deseti.

Tabulka vypočtených časů

Vypočtený čas pro první přípravek – t_{k1} [min]	2,48
Kusový čas pro první přípravek – t_{k1} [min]	1,24
Vypočtený čas pro druhý přípravek – t_{k2} [min]	2,56
Kusový čas pro druhý přípravek – t_{k2} [min]	1,28
Celkový kusový čas – t_k [min]	2,52
Takt stroje – t_t [min]	25,2

Tab.4 – Výsledné vypočtené časy

Tímto způsobem stanovovat kusový čas a takt stroje je velice pracné a myslím, že i trochu nesmyslné. V běžné praxi se časy pro CNC obráběcí centra stanovují jinak. Programátor napíše program a při výrobě prvních kusů v dávce se časy změří stopkami a následně se údaje dopíše do technologických postupů.

9. Závěr

V diplomové práci je zpracováno konstrukční řešení desetinásobného přípravku s hydraulickým upínáním. Dále je zde uveden rozbor technologických operací, včetně variantního pojetí výroby obrábění dané součásti.

Vypočtený kusový čas je podstatně kratší než předpokládaný. Vzhledem k typu výroby, která se pohybuje přibližně mezi malosériovou a středněsériovou, je použití CNC obráběcího centra SW BA 400-2 dobrou volbou. Vzhledem k tomu, že firma ARGO-HYTOS má velmi rozsáhlý počet vyráběných součástí a probíhá intenzivní vývoj nových a vylepšování zaběhnutých součástí, nastává tím potřeba rychlé změny v přeseřazení strojů. Tyto změny podporují nasazení CNC obráběcích strojů. Na druhou stranu je určitě pravda, že pro řadu součástí by nasazení jednoúčelových strojů mělo své opodstatnění. Pro tento konkrétní případ by určitě stálo zauvažovat nad myšlenkou nasazení jednoúčelového stroje. Hlavně proto, že se předpokládá další nezanedbatelné zvyšování výroby těchto rozváděcích kostek.

Konstrukce je tvůrčí činnost, proto lze předpokládat, že přístup jiného konstruktéra k řešení bude odlišný, ale samozřejmě se zachováním požadované funkce. Toto konstrukční řešení navrhovaného několikanásobného přípravku s hydraulickým upínáním plně vyhovuje požadavkům dané technologické operace.

Seznam použité literatury

1. PŘIKRYL, Z., MUSLÍKOVÁ, R.: Teorie obrábění. SNTL/ALFA. Praha 1974
2. SCHMIDT, E. a kol.: Příručka řezných nástrojů. Praha 1974
3. CERHA, J., VĚCHET, V.: Obrábění a montážní stroje III. Učební texty, Liberec 1990
4. MRKVICA, M.: Přípravky a obráběcí stroje, II.díl Přípravky. Skripta, VŠB Ostrava 1988
5. VĚCHET, V.: Technologické projekty. Skripta, VŠST Liberec 1982
6. CHVÁLA, B., VOTAVA, J.: Přípravky a podávací zařízení. ČVUT. Praha 1980
7. KUDELA, M.: Příručka obrábění. Sandvik CZ a SCIENTIA, s.r.o.. Praha 1997
8. VÁVRA, P., LEINVEBER, J.: Strojnické tabulky pro SOU. SNTL. Praha 1984
9. VÁVRA, P., ŘASA, J., LEINVEBER, J.: Strojnické tabulky. SCIENTIA, s.r.o.. Praha 1999
10. KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: Strojírenská příručka - 2.svazek. SCIENTIA, s.r.o.. Praha 1994
11. KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: Strojírenská příručka - 3.svazek. SCIENTIA, s.r.o.. Praha 1994
12. KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: Strojírenská příručka - 4.svazek. SCIENTIA, s.r.o.. Praha 1994
13. KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: Strojírenská příručka - 5.svazek. SCIENTIA, s.r.o.. Praha 1994
14. KŘÍŽ, R., VÁVRA, P.: Strojírenská příručka - 6.svazek. SCIENTIA, s.r.o.. Praha 1994
15. FÜRBAACHER, I., MACEK, K., STEIDL, K., a kol.: Lexikon technických materiálů. Odborné nakladatelství technické literatury, Praha 1999

Seznam obrázků

Obr.1 – Budova firmy ARGO-HYTOS.....	10
Obr.2 – Mapa firmy ARGO-HYTOS	10
Obr.3 – Ručně ovládaný rozvaděč.....	11
Obr.4 – Tlakový ventil	11
Obr.5 – Kompaktní agregát	12
Obr.6 – MAZAK FH 4800	13
Obr.7 – Technický popis - základní části stroje	14
Obr.8 – Obráběcí centrum SW BA 400-2 – čelní pohled.....	16
Obr.9 – Obráběcí centrum SW BA 400-2 – základní části stroje.....	17
Obr.10 – Obráběcí centrum SW BA 400-2 – včetně s otočným stolem	18
Obr.11 – Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo	19
Obr.12 – Univerzální lícni deska.....	19
Obr.13 – Univerzální strojní svěrák	20
Obr.14 – Příruční univerzální svěrák.....	20
Obr.15 – Speciálně upravená čelist	20
Obr.16 – Držák pro měření roztečí šoupátek s vyměnitelnými vložkami dle typu šoupátka...	21
Obr.17 – Stavebnicový přípravek.....	21
Obr.19 – Kontrolní hrotový přístroj	22
Obr.20 – Kontrolní stojánek	22
Obr.21 – Kontrolní magnetický stojánek	22
Obr.22 – Tříčelist'ové vrtačkové sklíčidlo	23
Obr.23 – Nožová hlava pro čtyři nože	23
Obr.24 – Dlouhý frézovací trn s kuželovou stopkou strmou.....	23
Obr.25 – Frézovací trn s kuželovou stopkou strmou pro válcové čelní frézy	23
Obr.26 – Rýsovací deska	24
Obr.27 – Rýsovací podložky	24
Obr.28 – Rýsovací podložka se srdcem	24
Obr.29 – Speciálně upravená kleština s nosem	25
Obr.30 – 3D model návleku na „O“ kroužek	25
Obr.31 – Válečkový kalibr	26
Obr.32 – Záhlubník s přebroušeným nenormalizovaným průměrem.....	26

Obr.33 – Obrys třístupňového sdruženého nástroje upraveného z frézy.....	26
Obr.34 – Model lisovacího nože pro zajištění zemnicího kontaktu	26
Obr.35 – Pohyb os na stroji Mazak	37
Obr.36 – Pohyb os na stroji MC-032.....	37
Obr.37 – Obrázkový postup: varianta 1	38
Obr.38 – Obrázkový postup: varianta 2	39
Obr.39 – Obrázkový postup: varianta 3.....	40
Obr.40 – Obrázkový postup: varianta 4.....	41
Obr.41 – Model rozváděcí kostky s označenými vrtanými otvory.....	42
Obr.42 – Schéma výpočtu upínací síly	47
Obr.43 – Rozváděcí deska	48
Obr.44 – Upínací kostka.....	49
Obr.45 – Opěrná stojna.....	49
Obr.46 – Vidlicová upínka	50
Obr.47 – Dosedací podložka	50
Obr.48 – Kostka upínky „L“	51
Obr.49 – Kostka upínky „P“	51
Obr.50 – Čep upínky	51
Obr.51 – Základní kámen 1	52
Obr.52 – Základní kámen 2	52
Obr.53 – Vratný čep	52
Obr.54 – Šroub M8x40.....	53
Obr.55 – Šroub M6x16.....	53
Obr.56 – Závěsný šroub M16.....	53
Obr.57 – Kolík Ø8-50A	54
Obr.58 – Pojistný kroužek 10.....	54
Obr.59 – Zátka G1/4.....	54
Obr.60 – Válcová tlačná pružina	55
Obr.61 – „O“ Kroužek 4x1,75.....	55
Obr.62 – Připojovací nippel ROEMHELD F9.430	55
Obr.63 – Hydraulický válec ROEMHELD B1.462.....	56
Obr.64 – Stírací kroužek ROEMHELD	56
Obr.65 – Montážní pouzdro ROEMHELD	57

Seznam zkratk a symbolů

ES – technické a právní předpisy (např. pojištění odpovědnosti za výrobek)

TÜV CERT – certifikát systému řízení jakosti

EN ISO 9001 – evropská a mezinárodní norma systému řízení kvality

CNC – Computer Numerical Control – počítačem řízený číslicový stroj

a.s. – akciová společnost

GmbH – německá zkratka pro společnost s ručením omezeným

F_f – osová síla [N]

k_{cfz} – specifická řezná síla pro určitý posuv na zub [N/mm^2]

$k_{c0,4}$ – specifická řezná síla pro posuv na zub $f_z = 0,4$ [N/mm^2]

f_n – posuv na otáčku [mm/ot]

f – posuv za minutu [mm/min]

n – otáčky za minutu [1/min]

D – průměr nástroje [mm]

L, L_n, L_p – dráha nástroje nebo přejíždění, délka náběhu, délka přeběhu

f_z – posuv na zub [mm/zub]

χ_r – úhel nastavení břitu nástroje [$^\circ$]

λ_{sh} – normální úhel čela břitu nástroje [$^\circ$]

a_p – hloubka řezu [mm]

c_{Ff} – materiálová konstanta pro výpočet osově síly

y_{Ff}, x_{Ff} – exponenty pro výpočet osově síly

HB – tvrdost podle Brinella

C, Mn, Si, V, N, Cr, P, S – obsah uhlíku, manganu, křemíku, vanadu, dusíku, chromu, fosforu, síry [%]

R_m – mez pevnosti v tahu [MPa]

α – teplotní součinitel roztažnosti [K^{-1}]

λ_t – tepelná vodivost [$Wm^{-1}K^{-1}$]

F_V, F_U – potřebná síla hydraulického válce - teoretická upínací síla, potřebná upínací síla

F_{VSK} – skutečná upínací síla

k – součinitel bezpečnosti

t_t, t_k – takt stroje, kusový čas [min]

Seznam tabulek

Tab.1 – Technologický postup	32
Tab.2 – Výpočet kusového času pro první přípravek	61
Tab.3 – Výpočet kusového času pro druhý přípravek	62
Tab.4 – Výsledné vypočtené časy	63

Seznam příloh

- Příloha 1 – Výkres odlitku rozváděcí kostky
- Příloha 2 – Výrobní výkres rozváděcí kostky
- Příloha 3 – Sestavný výkres upínacího přípravku
- Příloha 4 – Výrobní výkres rozváděcí desky
- Příloha 5 – Výrobní výkres upínací kostky
- Příloha 6 – Výrobní výkres opěrné stojny
- Příloha 7 – Výrobní výkres vidlicové upínky
- Příloha 7 – Výrobní výkres dosedací podložky
- Příloha 9 – Výrobní výkres kostky upínky „L“
- Příloha 10 – Výrobní výkres kostky upínky „P“
- Příloha 11 – Výrobní výkres čepu upínky
- Příloha 12 – Výrobní výkres ustavovacího kamenu 1
- Příloha 13 – Výrobní výkres ustavovacího kamenu 2
- Příloha 14 – Výrobní výkres vratného čepu
- Příloha 15 – CD s textovou a výkresovou částí diplomové práce